Die Erde,

ihr Bau und organisches Leben.

Versuch einer Physiologie des Erdkörpers.

Nach den zuverlässigsten Forschungen

dargestellt für Gebildete aller Stände

von

Prof. Friedr. Körner.

Erster Band.

Jena,
Hermann Costenoble,
1876.

☛ Beschmutzte, oben oder an den Seiten aufgeschnittene Exemplare werden durchaus nicht zurückgenommen.

Die Verlagshandlung.

Ein specielles Inhaltsverzeichniß wird binnen Kurzem gratis an die Abnehmer nachgeliefert.

Ein specielles Inhaltsverzeichniß
wird binnen kurzem gratis an die
Abnehmer nachgeliefert.

Die Erde,

ihr Bau und organisches Leben.

Versuch einer Physiologie des Erdkörpers.

Nach den zuverlässigsten Forschungen

dargestellt für Gebildete aller Stände

von

Prof. Friedr. Körner.

Zwei Bände.

Erster Band: **Die Erdrinde.** — Zweiter Band: **Das Wasser.**

Jena,
Hermann Costenoble.
1876.

Die Erde,

ihr Bau und organisches Leben.

Versuch einer Physiologie des Erdkörpers.

Nach den zuverlässigsten Forschungen

dargestellt für Gebildete aller Stände

von

Prof. Friedr. Körner.

Erster Band.

Die Erdrinde.

Das schönste Glück des denkenden Menschen ist es, das Erforschliche erforscht zu haben und das Unerforschliche ruhig zu verehren.

Goethe.

Jena,
Hermann Costenoble.
1876.

Vorwort.

Je lebhafter sich gegenwärtig die Gebildeten unsres Vaterlandes für geographische Forschungen und Reisen interessiren, je umfassender und vielseitiger unser Wissen von den räumlichen Verhältnissen der Länder und Erdtheile sich ausbildet, um so dringender wird das Bedürfniß, dieses vielartige Wissen zu einer Gesammtauffassung von der Erde und zu einer angemessenen Grundanschauung vom Leben überhaupt zu vereinigen. Nachdem die Schulweisheit mit ihrer widernatürlichen Systematik sich als Vorurtheil und Verkennung der Naturgesetze erwiesen hat und der Unterschied zwischen anorganischer und organischer Natur eine unhaltbare Meinung geworden ist, muß sich der Begriff des Lebens umgestalten und kann von einer todten Natur, von einem Mechanismus ihrer Organe nicht mehr die Rede sein. Was man bisher physische, physikalische oder mathematische Geographie nannte, das muß gegenwärtig Physiologie des Erdkörpers heißen, wie ich in der Einleitung nachzuweisen versuche.

Um diese Auffassung bis ins Einzelne hinein durchzuführen, sammelte ich die zuverlässigsten und charakteristischen Thatsachen und unterschied bei wichtigen Fragen das, was thatsächlich bereits erwiesen ist, von dem, was man mit mehr oder minder großer Wahrscheinlichkeit vermuthen darf. Das Material entnahm ich zum großen Theil aus Fachwerken, welche selten in die Hände der Gebildeten kommen, obschon sie oft Beobachtungen und Erkenntnisse enthalten, welche die weiteste Verbreitung um so mehr verdienen, als unsre Schulbücher des Veralteten noch gar

zu viel vorzulegen pflegen. Ich benutzte außer dem reichhaltigen, anregenden Reclus und Humboldt die Schriften von Bischof, Naumann, Cotta, Lyell, de la Bèche, Vogt, Credner, Studer, Darwin, Häckel, Mohr, Sommerville, Kant, Spiller, Arago, Kriegk, Buch, Behm's geographische Jahrbücher, Peschel, Desor, Heer, Kohl, Dove, Mühry, Maury, Böttger u. A., die an den betreffenden Stellen als Gewährsmänner genannt sind. Mein Verdienst kann also nur in der Auswahl, in der klar machenden, sichtenden Darstellung bestehen. Sollten sich hier und da Irrungen und falsche Angaben eingeschlichen haben, so wird man dies bei der schwer zu bewältigenden Vielartigkeit des Stoffes und den sich oft widersprechenden Angaben der Fachmänner verzeihlich finden.

Dresden, Mai 1875.

Der Verfasser.

Die Erdrinde,

ihre Gebilde, Formen und Lebensthätigkeiten.

Der Boden, den wir Menschen bewohnen, ist nie ohne Einfluß auf unsere Zustände und Sitten, ist die unveränderlichste Ursache besonderer nationaler Entwickelung. B. Cotta.

Einleitung.

Die physische Geographie als Physiologie des Erdkörpers.

„Das Leben der Erde ist, wie jedes andere, ein unaufhörliches Werden, ein steter Wirbel der Atome, die bald frei, bald gebunden sich von Organismus zu Organismus schwingen. In welcher Gestalt der Umwandlung man aber auch die Erde betrachten mag, immer ist sie schön in ihrem Wesen, und die wechselnden Erscheinungen ihres Gestaltens vollziehen sich stets in wunderbarer Harmonie mit sich und den Weltgesetzen.“ Reclus.

Offen liegt vor dem wißbegierigen Menschen die Natur wie ein aufgeschlagenes Buch, geschrieben in wunderbaren Zeichen und Farben: in Milchstraßen und Sonnensystemen, Gebirgen und Meeren, Wäldern und Seen, Wasserfällen und Gewittern, Elefanten und Schmetterlingen, Palmen und Flechten, Blumenmeeren und Mooren. Welch ein farbenredendes hieroglyphisches Alphabet: unter ruhigem Himmelblau buntfarbige, vielgestaltige Wolkengebilde, rauschende Gebirgswälder, brausende Meere, grüne Fluren, blumige Wiesen, zackige Felsenhörner und thurmartige Berggipfel mit blitzenden Eisfeldern! Wie verlarvte Geister oder die verwünschten Prinzen der Märchen umirren wollende, fühlende und denkende Thiere das Ebenbild Gottes. Aus ihren Augen blickt es so menschlich klug, als spräche aus ihnen ein gebannter, nach Erlösung verlangender Menschengeist. Die Bäume strecken sich so sehnsüchtig dem Himmel und Lichte entgegen und halten geheimnißvolle Zwiegespräche mit den weltumkreisenden Winden, die Blumen blicken so kindlich zuversichtlich zu dem sonnigen

Tag empor, wie Kinder einem fürsorgenden Vater ins Gesicht schauen, und lächeln die Sonne an wie der Säugling die ernährende Mutter. Die Luft erzittert in melodischen Schwingungen und entfaltet eine gewaltige Harmonie beseelter Töne, und das Licht zaubert auf Wasser, Wolken, Berg und Thal farbenreiche Landschaftsbilder hervor, so daß der von Bewunderung hingerissene Mensch es für seinen größten Künstlerruhm hält, die Natur erreicht, sie getreu aufgefaßt zu haben. Ueberall regt sich ein unbekanntes Etwas; es webt über Wald und Wiese, über Feld und Bach ein wundersames Leben wie ein Geisterhauch; Käfer und Ameise sind so geschäftig wie der bedürfnißreiche Mensch, welcher in dem großen Naturleben eine erhabene Harmonie, ein gedankendämmerndes Geistesweben und -Streben ahnt. Ja dem Dichter ist die Erde das gewaltige bilderreiche Märchenbuch, welches Gott ihm vorgedichtet hat für seine Menschenkinder, aber auch der Dichter vermag seine unermeßlichen Gefühle nur in Bildern anzudeuten.

Aber siehe: Bach und Wolken ziehen vorüber, Wälder grünen und welken, Berge zerbröckeln, und flammende Inseln tauchen aus der Tiefe des Meeres auf. Ringsum ein stetes Verwandeln wie auf dem Theater, ein beständiges Verrücken der Coulissen! Da sucht der besorgte Menschengeist in dem Wandel der Dinge das Bleibende, das Unveränderliche, das allbeherrschende, alles regelnde Gesetz des Lebens. Selbst seine eigenen Meinungen, seine religiösen Vorstellungen, seine gesellschaftlichen und staatlichen Einrichtungen werden andre, seine Tempel und Paläste verfallen, seine Weltreiche verschwinden, seine altehrwürdigen Ueberlieferungen dünken ihm Thorheit. Lange bemüht er sich, dieselben unveränderlich aufrecht zu erhalten mit Bann, Reichsacht, Kerker und Scheiterhaufen; er vermag der unerbittlich vorschreitenden Umwandlung keinen Einhalt zu thun, sondern muß willenlos dem großen Strome der Vernichtung folgen. Urtheilt er doch selbst als Kind, Jüngling, Mann und Greis anders über die Dinge und deren Werth! Ueberall wandelt die Menschheit über Ruinen, aus denen junges Leben üppig emporgrünt, wie das Gras aus Pflanzen- und Thierleichen. Die Menschheit allein ist der ewige Frühling, denn zu jeder Zeit und überall sprießen neue Gedanken, entwickeln sich neue Formen, reifen neue Welt-

anschauungen, füllen neue Empfindungen, Worte und Ideen die Herzen, und nur ein abgelebter Haremssultan konnte seufzen: Unter der Sonne giebt es nichts Neues.

Jahrtausende hat es gedauert, ehe ein Theil der Menschheit diese Umwandlung alles Irdischen begriff. Gar mancher Galilei mußte abschwören, mancher Entdecker ward verhöhnt, verfolgt, eingekerkert! Die Neuerer galten für Volksverderber und Irrlehrer. Die Sonne kehrte ja täglich wieder, die alten Berge blieben auf ihrem Platze, die entblätterten Bäume belaubten sich von Neuem. Wenn ja einmal eine Sturmfluth, ein vulkanischer Ausbruch, eine niederbrechende Felswand die Umgebung veränderte, so hielt man dies für eine Ausnahme, für einen besondern Fall, eine Strafe des Himmels, und beruhigte sich. Daß Erdtheile sich hoben und sanken, Alpengebirge nach und nach aus Meeren aufstiegen, weite Flächen von wogenden Meeren bedeckt waren, Gletscher vor Zeiten einen Theil Europa's übereis'ten, das wissen und glauben selbst heute noch Wenige. Es thut gar zu weh, das bisher Erlernte als Vorurtheil und Irrthum abzulegen; und das Narrenschneiden, wie es Hans Sachs so ergötzlich schildert, kann man heute noch bei jedem Gebildeten mit gleicher Erfolglosigkeit vornehmen. Die Kulturgeschichte weiß von zahllosen Schädelstätten zu berichten, wo man bessere Erkenntniß ans Kreuz schlug, von gar vielen erlösenden Gedanken, denen die bethörte Menge das „Kreuzigt sie!" zurief, von zahllosen Märtyrern der Wissenschaft, die man verfolgte, ächtete und brodlos machte, um sie nach Jahrhunderten als Heilige und Wohlthäter der Menschheit zu verehren.

Als man endlich die Veränderungen anerkennen mußte, welche die Erdrinde erlitten hat, meinte man, sie seien plötzlich eingetreten und vorübergegangen wie etwa ein Coulissenwechsel auf dem Theater. Aber seit man solche Veränderungen sorgfältiger untersuchte, erkannte man, daß sie allmälig vor sich gingen und noch heute fortdauern als die Wirkungen der Gesetze des Lebens. Man forschte nun weiter, frug jeden Stein, jeden Fluß, jede Pflanze nach Herkunft, Alter und Ursache des Daseins, suchte der Schöpfung auf die Spur zu kommen, sie in ihrer Werkstatt zu belauschen, ihre Gedanken zu errathen, und verwickelte sich dabei in ein Labyrinth von Fragen, aus welchem

der Ariadnefaden bis an die Grenzen der Schöpfung, bis zum unerforschlichen Urgrunde des Lebens selbst führte. Mit einfachen Mitteln wußte man der Natur viele Geheimnisse abzulocken: Senkblei, Schleppnetz, Mikroskop, Thermometer, Barometer, Teleskop, Photographie, Retorte, Wage, Spectralanalyse richteten ihre Fragen an die Natur, und der nachsinnende Mensch wußte aus den Antworten der Experimente große Weltgesetze zu entnehmen, das Dasein von Planeten und Kometen herauszurechnen. Unsere aufrechte Stellung, sagt Sallust, macht uns zu Denkern und Astronomen, zum Forschungsthier. Denn wir haben Himmel und Erde stets vor Augen, müssen deren Veränderungen bemerken und dadurch zum Nachdenken angeregt werden. Dem Thiere, welches den Kopf zur Erde senkt, erscheint Alles in andrer Perspective, und außerdem stehn ihm die Augen seitwärts am Kopfe, weshalb es gewissermaßen wie ein Einäugiger sieht.

Nachdem überreiches Material von Beobachtungen und Erfahrungen in den Schatzkammern der Wissenschaften angehäuft war, ward es möglich, uns eine angemessene Weltanschauung zu bilden. Wir dürfen die Erde hinfort nicht mehr für eine todte Masse, für einen mechanisch bewegten Klumpen halten, sondern müssen sie als einen lebendigen Organismus auffassen und dürfen daher von einer Physiologie des Erdkörpers in vollem Sinne des Wortes reden. Abthun müssen wir das Vorurtheil von besonderen Kräften — eine Phrase zur Beschönigung unserer Unwissenheit —; denn eine Kraft kann nur die Wirkung einer vorausgegangenen Ursache und Thatsache sein, ist also an einen Stoff gebunden, von welchem wir eben nur seine Kräfte kennen, die wir dann für sein inneres Wesen halten. Die sogenannten Naturkräfte sind nur Formeln für unser Denken, also Gedankengebilde, Abstractionen, nicht aber wirkliche Dinge, die etwa außerhalb und unabhängig vom Stoffe vorhanden wären.

Wir kennen zwei solche Lebenskräfte als Weltgesetze, nemlich Schwere und Wärme, die in verschiedenen Abänderungen und Wirkungsarten sich wiederholen, und dann von uns wieder als besondere Kräfte in die Systematik der Lehrbücher eingetragen werden. Schall, Licht, Farbe, Electricität, Magnetismus, Chemis-

mus u. s. w. lassen sich als Ausflüsse der Bewegung oder Schwere auffassen.

Bekanntlich läßt sich ein Unterschied zwischen organischer und unorganischer Natur nicht festsetzen, weil eben die Natur und das Leben organische Thätigkeit sind. Die Gase, welche sich zu Pflanzen und Thieren zusammensetzen, wirken nach denselben Gesetzen auch im sogenannten Steinreiche, bauen Gebirge auf, füllen deren Spalten mit Metallen, und ihr Kreislauf ist eigentlich das, was wir Leben nennen. Aus Kohlensäure saugt der Baum das Material zum Aufbau seines Stammes, und derselbe Stamm liefert nach hunderttausend Jahren Braun- und Steinkohlen. Der Erdkörper entwickelt sich nach denselben chemischen und physikalischen Gesetzen wie Pflanzen und Thiere, Luft und Wasser gehorchen den Gesetzen der Schwere und Wärme, Kohlenstoff und Sauerstoff schaffen und verwandeln Meere und Gebirge wie unser Fleisch und Knochen. Die Erde bedarf des Lichts, der Feuchtigkeit und Wärme zu ihrem Bestehen gerade so wie unser Körper, electrische und magnetische Strömungen umkreisen die Zonen, wie sie unsere Muskeln und Nerven durchzucken. Es giebt keinen andern Unterschied zwischen Beiden als den von Groß und Klein. Unsere Flüsse sind die stoffführenden Adern des Erdkörpers, die Krater vertreten die Stelle der Poren für die Erdoberfläche, Wälder die der Haarbedeckung, Seen sind für den Erdkörper Lymphgefäße, Nieren und Milz, die Meere ersetzen die Lungen, die in Ebbe und Fluth ein- und ausathmen. Die Gebirge nennt man das Knochengerüst der Erde, und dann würden die Ebenen das Muskelfleisch, die Marschen die Fettpolster des Erdkörpers sein. Flüsse führen Kalk und Kieselerde der Gebirge und des Erdinnern als Nahrungsstoff dem Meere zu, aus welchem dieses seine Thier- und Pflanzengebilde, die Urzellen der Thier- und Pflanzengestalten, die Urstoffe des Thier- und Pflanzenkörpers, Korallenringe und -Bänke aufbaut, die Erde bedarf des Salzes, Schwefels, Jods u. s. w., wie die sogenannten organischen Körper. Der Luft kann der Erdkörper eben so wenig entbehren wie unser Leib, sie wirkt aber auf die Erde in derselben Weise ein wie auf den Pflanzen- und Thierleib. Die Atome der Erdrinde befinden sich in derselben Bewegung des Auf- und Absteigens, der Auf-

lösung und Wiedervereinigung zu neuen Formen, wie im Thierkörper. Es kreist der Strom des Lebens nicht über die Oberfläche des Erdkörpers, sondern auch durch denselben und gestaltet sich nur in den Gebilden der Oberfläche anders. Die Erde ist ein organischer Körper, daher erzeugt sie eine Fülle besonders gestalteter Wesen, verwandelt Gase in Felsmassen, von denen Pflanzen und Thiere ihre Nahrungs- und Körperstoffe entnehmen, mischt in Gebirgen und Meeren die Atome, um die Erde lebendig zu erhalten, führt Wolken von den Meeren nach den Bergen, um von dort Nahrung für Fische und Infusorien herbeizuholen, und sendet Winde aus, um Wälder und Steppen anzupflanzen durch ausgestreuten Samen. Die Erde individualisirt alle Organe zu Einzelleben. Selbst die Breitengrade bilden geschwungene Krümmungen. England und Italien sind mehr abgeplattet als ihre Nebenländer, und quer durch Europa und Afrika streift unter dem 12. Grad ö. Länge eine Erhebung, ja in der Aequatorialzone krümmen sich zwei Senkungen einwärts. Die Erdaxe schwankt binnen 21,000 Jahren hinüber und herüber, und die Erdbahn erleidet so viel Abweichungen, daß sie sich einer genauen Berechnung entzieht und erst nach Milliarden von Jahren sich ganz gleich wiederholt.

So erschließe denn der Mensch Sinn und Auge, um zu sehen,

Wie Alles sich zum Ganzen webt,
Eins in dem Andern wirkt und lebt,
Wie Himmelskräfte auf- und nieder steigen,
Und sich die goldnen Eimer reichen,
Mit segenduftenden Schwingen
Vom Himmel durch die Erde dringen,
Harmonisch all' das All durchklingen!

Dann wird er die Wahrheit der Worte erkennen, in denen der Erdgeist das Unermeßliche des Weltalllebens andeutet:

In Lebensfluthen, im Thatensturm
Wall' ich auf und ab,
Webe hin und her!
Geburt und Grab
Ein ewiges Meer,
Ein wechselnd Weben,
Ein glühend Leben,
So schaff' ich am sausenden Webstuhl der Zeit
Und wirke der Gottheit lebendiges Kleid.

Aus unserer Naturwissenschaft wird eine neue Weltanschauung hervorgehn, zum Verdruß der Anhänger des alten Wunderglaubens, der gerade da keine Wunder sieht, wo sie ihn in Fülle als tägliche Erscheinungen des sich selbst erhaltenden und regelnden Lebens umgeben. An dem Felsen dieses auf sichern Forschungen begründeten Welt- und Menschenbewußtseins zerstäuben die Vorurtheile veralteter Ueberlieferungen, vor dem Lichte besserer Erkenntniß zerrinnen die Nebel und Dünste unwahrer Vorstellungen. Die in Goldgier versunkene Menschenwelt muß sich endlich wieder erheben zur sittlichen Kraft der Forschung nach Wahrheit und zum vollen Bewußtsein über die Bestimmung des Menschen, die Wahrheit zu erkennen und zu bekennen. Nur eine ideale Weltanschauung kann uns vor dem Elende retten, gleich den Juden das goldene Kalb des Reichthums anzubeten.

Unser ganzes Bildungsleben droht in geist- und ideenlosem Formalismus und Schematismus zu erstarren und abzusterben; wir bedürfen einer erhebenden Auffassung vom Leben und Lebendigen, damit wir uns selbst und unsre Geschichte begreifen. Nicht Kriege und gewonnene Schlachten sind es, welche die Welt umgestalten, sondern neue Ideen, welche die Herzen mit Begeisterung erfüllen und sie mit dem glückseligen Gefühle sättigen, die Wahrheit erkannt zu haben, soweit menschliche Kraft reicht. Wahrheit ist der edelste Besitz der Menschheit, sie ist sein göttliches Erbtheil, welches er sich in endloser Arbeit erringt. Machen uns doch bereits Telegraphen und Eisenbahnen langlebig, da wir in einem Tage mehr erfahren und lernen, als früher in einem Jahre! Werden doch unsere materiellen Stoffe: Eisen, Steinkohlen, Baumwolle u. s. w. zu Trägern kulturgeschichtlicher Ideen, zu umgestaltenden Mächten unsres geselligen und staatlichen Lebens, zu Aposteln der Humanität!

Durch die Menschenwelt kreisen Gedanken, wie durch die physische Welt die Atome, um aus ihren Mischungen neue Weltgedanken, Ideen und Ideale zu erzeugen. Grimm sagt daher mit Recht: d a s Volk ist das stärkste, welches die meisten Ideen besitzt.

Wenn unsere Chemiker also im Entstehen der Gebirge wie der Krystalle, im Wachsen und Ausbilden der Pflanzen- und

Thierkörper chemische Prozesse als Lebensäußerungen der Stoffe nachweisen, so wird man die physische Geographie auch als Physiologie des Erdkörpers auffassen müssen. Denn es waltet hier nicht ein todter Mechanismus, sondern ein organisirender Lebens- und Bildungstrieb, der das Ganze nicht nur harmonisch und symmetrisch ausbildet, sondern auch durch die Umwandlung der Theile neu und lebendig erhält. Jeder Berg, jeder Bach, jeder Wassertropfen hat sein individuelles Leben. Die Erde hat ihr ureignes Leben, welches sich selbst regelt und erhält, sich stets neu gestaltet und doch derselben Mittel sich bedient. Kein Stäubchen geht in dem unaufhörlichen Auf- und Abfluthen der Atome verloren, aber es erscheint stets in neuen Verbindungen und neuen Formen: hier als Wasserstoff, dort als Dunstbläschen, als Schnee, Eis, Strom, Gletscher, Weltmeer. Indem jeder Zustand das Entstehen eines neuen zur Folge hat, dieser neue mit dem alten in gesetzmäßiger und zweckangemessener Wechselwirkung steht, jedes Stäubchen nach allgemein wirkenden Gesetzen sich individualisirt, wird die Harmonie des Lebens ungestört erhalten, und finden wir in der Welt Ordnung und Gesetz, mit diesen aber Uebereinstimmung des Einzelnen mit dem Ganzen.

Es ist das Verdienst des gemüthreichen Reclus, diese Weltanschauung klar und bestimmt ausgesprochen zu haben, eine Weltanschauung, die unsern Verstand befriedigt, unserm Herzen wohlthut, uns zu großen, edlen Gefühlen erhebt, indem wir in der Förderung des Ganzen das Wohl des Einzelnen sichern. Sehen wir rings um uns Harmonie und Ebenmaß, so werden wir diese auch auf unsere menschlichen Einrichtungen anzuwenden suchen und uns in den Geist der christlichen Menschen- und Gottesliebe mit vollster Dahingabe versenken. Denn nur dieser Geist kann uns von der Dürftigkeit des Einzellebens, von der abtödtenden Gehässigkeit des Egoismus erlösen.

Von diesem Gesichtspunkte aus aufgefaßt, wird die Geographie eine gemüthbildende, das Herz befriedigende, den Geist mit großen erhebenden Gedanken erfüllende Wissenschaft, zu deren Studium man keines gelehrten Apparates bedarf, sondern nur eines offnen Auges und eines fühlenden Herzens. Dann ruft man aus:

Allüberall urgöttlich Leben
Und Gottes sel'ge Gegenwart
Wie soll ich vor dem Tode beben,
Da meiner auch Verjüngung harrt!

Heran, ihr Menschen, meine Brüder,
Der ganzen Menschheit schlägt die Brust!
Eins sind wir, Eines Bundes Glieder,
Eins in der Liebe Himmelslust.

Schafft rastlos nur dem Ganzen Segen,
Dann kommt auch Segen über Euch,
Herrscht Lieb' und Wahrheit allerwegen,
So wird die Welt zum Gottesreich!

Die Beschäftigung mit der Natur führt nicht von Gott ab, sondern zu ihm hin, sie ist nicht dem Christenthum feindlich, sondern macht das Herz für dessen Wahrheit empfänglich. Wir verstehen aber erst das Wesen Gottes und des Menschen, wenn wir die Natur wahrheitsgetreu auffassen. Eine Erneuerung unsres kirchlichen und sittlichen Lebens kann nur durch eine umfassende Weltanschauung ermöglicht werden, welche das Erzeugniß aller Forschungen und Erkenntnisse ist.

Während sorglich Andre streben
Und Güter sich gewonnen,
Will ich nur dem Forschen leben,
Da mich stets nach Forschungen dürst'!

Darum, ihr Menschen, meine Brüder,
Der ganzen Menschheit schlingt die Hand!
Eins sind wir, Eines Bundes Glieder,
Eins in der Liebe Himmelsband.

Schafft, ringt nur dem Ganzen Segen,
Dann kommt auch Segen über Euch,
[illegible] Erd' und Wahrheit überwiegen
So wird die Welt zum Gottesreich.

Die Beschäftigung mit der Natur führt nicht von Gott ab, sondern zu ihm hin; sie ist nicht dem Christenthum feindlich, sondern macht das Herz für dessen Wahrheit empfänglich. Wir verstehen aber erst das Wirken Gottes und des Menschen, wenn wir die Natur wahrheitsgetreu auffassen. Eine Erneuerung unseres kirchlichen und sittlichen Lebens kann nur durch eine umfassende Weltanschauung ermöglicht werden, welche das Ergebniß aller Forschungen und Erkenntnisse ist.

Erstes Kapitel.

Was man von der Vorgeschichte der Erde weiß.

Vermuthungen und Ansichten über das Entstehen und Werden der Erde.

„Die Natur, unveränderlich in ihren Gesetzen, ist dennoch ewig veränderlich in ihren Erscheinungen. Sie wiederholt sich nie. Daher bietet auch die Erde in ihren Einzelerscheinungen eine unendliche Verschiedenheit dar. Ganze Völker können Jahrtausende sie studiren, und werden sie doch nie in ihrer vollen Schönheit, in der Fülle ihrer Lebensschöpfungen kennen lernen. Sie ist für sich ein Weltall, in welchem durch eine wunderbare Zusammenfügung der Theile eine großartige Harmonie des Ganzen erzeugt wird. Die Erde wird Abbild aller Welten; studiren wir die Erde, so studiren wir die ganze Schöpfung." Reclus.

So weit uns die Sage zurückführt in die fernste Vergangenheit des Menschengeschlechts, bringt sie uns Beweise, daß der Mensch über die Dinge um sich her, über ihr Wesen und den Grund ihres Daseins nachdachte. Daher fangen alle Religionen mit einer Weltschöpfungsgeschichte an, selbst Indianer und Hottentotten erdichteten Schöpfungssagen. Die meisten derselben setzen ein Chaos, ein dunkles Gemisch von Urstoffen, voraus, erzählen von großen Ueberfluthungen und lassen dann die Erde auf Befehl Gottes sich neu gestalten. Dichter schmückten diese Ursagen weiter aus, und Priester erhoben dieselben zu göttlichen Offenbarungen und unantastbaren Glaubenssätzen. Die Hindu's fassen die Erde als eine stete Schöpfung, als ein ewiges Werden und Vergehen auf, welche entstand, als Brahma sein Bild auf dem Ozean sah,

zu welchem sich der Schweiß ansammelte, der ihm von der Stirn rann. Er legte die Erde auf den Rücken des klugen Elefanten. Nach anderer Auffassung ist die Erde eine Lotosblume, welche auf den Gewässern schwimmt. Die Festländer sind ihre ausgebreiteten Blätter, die Ghats- und Nilgherrigebirge ragen als Staubgefäße empor, in der Mitte steht der Himalaja als fruchttragendes Pistill, und die Wurzeln steigen in die Tiefen des Meeres. Die jüdischen Talmudisten dagegen halten die Erde für einen unbeweglichen Klumpen, welcher auf ungeheuren Stein- oder Metallsäulen ruht, welche im Abgrund fußen. Viel sinniger ist die Vorstellung der Peruaner, welche meinen, die gute Göttin legte einem Riesen, um ihn zu strafen, die Erde, welche bisher auf Säulen von Guayacholz ruhte, auf die Schulter. Jener wird von Zeit zu Zeit unruhig und rührt sich ungeduldig, und dies verursacht Erdbeben. Aehnliches fabelten die Griechen von Giganten und Kyklopen, von denen einer unter dem Aetna liegt und die Erde erschüttert, wenn er seine Lage verändert, wogegen andere in den Bergen Eisen schmieden, so daß zuweilen Funken und Flammen aus der Esse des Kraters herausschlagen und das Dröhnen der Hammerschläge die Welt erschüttert.

Aehnliche Vorstellungen finden wir in einem altperuanischen Liede an die Regengöttin ausgesprochen:

Schöne Göttin, Himmelstochter,
Mit dem vollen Wasserkruge,
Den dein Bruder, Blitz und Donner,
Dann zerschmettert, daß das Wasser
Niederfließet im Gewitter.
Schöne Göttin, Himmelstochter,
Ja, dann giebest du uns Regen,
Milden Regen. Doch du streuest
Oft auch Flocken, oft auch Schloßen,
Denn so hat es dir der Weltgeist,
Er der Weltgott Virocdocha,
Anvertraut und anbefohlen.

Noch origineller klingt ein kamtschadalisches Naturlied:

Dort oben in der Höhe
Wohnt Bullikai, ein großer Mann,
Der Regen und Gewitter macht.
Er fährt auf breiten Flüssen
In ungeheurem Kahne,
Und steigt er aus, so zieht er ihn

Auf's trockne Land mit starker Hand,
Fort über tausend Kiesel,
Womit bedeckt der Wasserrand.
Da rasselt auf der rauhen Bahn
Der Riesenkahn,
Und Donner nennen wir das Schüttern,
Der Wolken lautes Zittern.
Erst donnert er nur so zum Spaße,
Doch packet ihn einmal ein Groll
So schlägt er auf den Boden einer Blase,
Die von Gewässer voll,
Dann wird das Ohr betäubt von harten Schlägen,
Und aus der Blase stürzt der Regen.
Nun aber hat der zorn'ge Mann
Sich selber arg bespritzt.
Aus diesem Grunde zieht er itzt
Ein neu Gewand, ein reines, an,
Das er aus Fellen sich gemacht;
Es rund besäumet und besetzt
Mit buntgefärbter Seehundshaare Pracht,
Die, wenn sie durch den Duft
Herniederscheint, als Bogen in der Luft
Dein überraschtes Aug' ergötzt.

Die alten Ueberlieferungen, wie man eine derselben in diesen Jahren aus der Bibliothek altassyrischer Könige enträthselt hat, lassen die Erde aus einem Urmeere (Sindfluth) auftauchen, sind also neptunistischer Ansicht, d. h. betrachten das Wasser als schöpferisches und gestaltendes Element. Die Assyrer, Babylonier und Egypter, sowie die Hindu's, welche an jährlich austretenden Flüssen wohnten, machten ihre Beobachtung zu einem Weltgesetz. Die mosaische und griechische Weltschöpfungssage stimmen darin überein, und auch unsere Germanen verlegten das Menschenheim mit dem Götterheim zwischen ein Eis- und ein Feuerland. Die alten Griechen, deren erste Philosophen Physiker und Astronomen waren, urtheilten freier, weil sie keine geoffenbarte Religion besaßen, und daher beginnt mit ihnen die wissenschaftliche Erkenntniß der Welt. Die eine Partei dieser Weltforscher hielt das Wasser für das Urelement, war also neptunistisch (benannt nach dem Meergott Neptun), die andere Partei betrachtete das unterirdische Feuer als landbildende Macht, war also vulkanistisch (dem Feuergott Vulkan anhängend) gesinnt. Noch heute giebt es Neptunisten und Vulkanisten, deren Streit Göthe sogar mit

in den Faust aufgenommen hat. Die mosaische Sage läßt in dem Feuerregen Sodoms eine Erinnerung an vulkanische Ausbrüche wahrnehmen, wie Homer von einem Nachtland der Hyperboräer und einem Gluthland schwarzgebrannter Menschen erzählt, die germanische Edda ein Land der Eis- und ein anderes der Feuerriesen kennt.

Von den späteren Griechen betrachteten der scharfsinnige Naturforscher Aristoteles und der Geograph Strabo die Erde als einen organischen Körper, welcher in steter Umwandlung begriffen sei. Doch konnte man sich die aufgefundenen Versteinerungen nicht erklären. Herodot hielt die Numelithenmuscheln der Pyramidensteine für Linsenkerne, Aristoteles und Polybius meinten, daß die versteinerten Fische aus Fischeiern entstanden wären, die in der Erde erzeugt würden, und die christliche Kirche machte die assyrische Fluthsage zu einem Glaubensartikel, weil sie in die Sagen des „auserwählten Volkes" aufgenommen war.

Indessen gerade die Versteinerungen ließen die denkenden Menschen nicht ruhen. Der berühmte Leonardo da Vinci (1500) sprach die verwegene Meinung aus, daß jene Versteinerungen von lebenden Thieren herstammen, daß das Festland versunken sei und im Schlamm desselben todte Seethiere einsanken. Als nun dieses Schlammland sich erhob und zu Festland sich erhärtete, so tauchten die Reste jener in den Schlamm versenkten Thiere als Versteinerungen auf. Der Deutsche Georg Agricola (starb 1555) und der Däne Steno vermutheten sogar, daß die schichtenartige Ablagerungen der Gesteine im Wasser entstanden, aber durch unterirdische Dämpfe oder Einstürze gehoben, verschoben oder versenkt wurden. Sie unterschieden also bereits geschichtete und vulkanische Gesteine.

Die Ansichten erregten die Gemüther. Die Einen suchten die angeregten Fragen durch geheimnißvolle Urwahrheiten zu erklären, z. B. Büffon, Andere sammelten Thatsachen, besonders durch das Studium der Gletscher und Alpen (Dolomieu, Saussure), worauf endlich Werner, Professor an der sächsischen Bergakademie zu Freiburg (1750—1819) eine folgerecht ausgearbeitete Theorie aufstellte, nach welcher in Uebereinstimmung mit der altassyrisch-jüdischen Sage das Wasser als erdbildendes Element betrachtet wurde (Neptunismus). Diese Ansicht fand in ganz Europa

Annahme, bis Leopold v. Buch und Alex. v. Humboldt, durch weite Reisen belehrt, ihr widersprachen und dem Feuer die erste Stelle einräumten (Vulkanismus), und durch Experimente Hutton's und Watt's unterstützt wurden.

Es war mit diesen widersprechenden Grundansichten eine große Streitfrage angeregt, welche trotz aller sorgfältigen Forschungen bis heute noch nicht gelöst ist. Die Einen wollten die Entstehung der Gebilde der Erdoberfläche dadurch erklären, daß sie verschiedene Perioden der Hebungen einzelner Erdtheile annahmen (Elie de Beaumont, Hoffmann u. A.), konnten aber das Vorkommen einzelner Gesteingebilde an verschiedenen Orten nicht erklären. Daher schlug Smith vor, man solle die Versteinerungen als Erkennungszeichen der einzelnen Niederschläge (Formationen) der Gesteine annehmen, worin ihm Murchison, de la Bèche, Lyell, Darwin u. A. beistimmten. Man fand indessen so viel Abweichungen von dieser allgemeinen Regel, daß Lyell und Darwin ihre Ansichten dahin abänderten, daß sie erklärten, jene Formationen hätten sich nicht auf einen Ruck gebildet, sondern wären nach und nach im regelmäßigen Verlaufe der Dinge binnen Millionen von Jahren entstanden. Um dies zu erweisen, verglich der Botaniker Brogniart alte und neue Pflanzengebilde, und Cuvier verfuhr ebenso im Betreff der Thiere, um die Zeit ihres Daseins und also auch die der Entstehung der sogenannten Formationen (Gesteinsarten) annähernd festzusetzen. Unterstützt wurden sie von Studer, Escher von der Linth, Charpentier, d'Orbigny u. A. Ihnen traten jedoch die Chemiker entgegen (Bischof, Naumann, Mohr), welche chemische Prozesse, Hitze und die dadurch bewirkte Umwandlung (Metamorphismus), Verwitterung, Einwirkung der Kohlensäure u. s. w. als bewirkende Ursachen der Erdbildung betrachteten und diese auf die einfachsten, noch heute wirksamen Kräfte zurückführten.

Während man bis heute noch dem Entstehen der verschiedenen Steinarten nachforscht, suchten Andre die Entstehung des Weltalls mitsammt der Erde zu ergründen. Weil es aber an ausreichenden Thatsachen fehlt, um feste Lehrsätze darauf zu begründen, so mußte man sich mit vorläufigen Annahmen (Hypothesen) begnügen, welche im Allgemeinen viel Wahrscheinlichkeit in sich tragen, daß sie der Wirklichkeit entsprechen. Der deutsche Philosoph Kant und der

französische Physiker Laplace stellten eine Hypothese auf, welche allgemein angenommen wurde, obschon gegenwärtig einige Behauptungen derselben als Irrthümer und Unmöglichkeiten nachgewiesen sind. Auch der Astronom Herschel kam auf Endergebnisse bei seinen Forschungen über die Bewegung der Gestirne, welche denen Kant's entsprachen.

Jene Hypothese ist in der Kürze folgende: Alle Urstoffe, aus denen die festen Stoffe der Erdrinde heute bestehen, schwebten in ihrer Urform als einfache Gase im Weltraume und füllten denselben, wie sie in der That gegenwärtig von der Spectralanalyse als Bestandtheile der Sonnenatmosphäre, der Kometen, Sternnebel u. s. w. aufgefunden sind. Nach dem Gesetz der Schwere mußten in dem wirren Gemenge der Urstoffe, in dem Chaos, die schwereren Stoffe nach der Mitte sinken, die leichteren aus derselben verdrängt werden. Es entstand also eine Bewegung und mit derselben eine Berührung der Urgase, von denen sich dann die verbanden, welche die meiste Verwandtschaft zu einander haben. Diese chemische Verbindung erzeugte Wärme, durch welche neue chemische Verbindungen veranlaßt wurden, so daß nach und nach die Gase sich in sichtbare mineralische Stoffe verwandelten. Indem aber diese Bewegung nach und von der Mitte immer stärker wurde, gerieth endlich das ganze Weltall nach physikalischen Gesetzen in eine Drehung um die eigne Axe.

Je länger diese Bewegung dauerte, um so mehr mischten sich die Stoffe, nahmen die chemischen Verbindungen an Menge und Vielartigkeit zu und verwandelte sich die Mitte in einen feurigflüssigen Kern, während die glühenden einfachen Gase den Umkreis des durch die Axendrehung kugelrund gewordenen Weltballes bildeten. Der Schwung der Umdrehung mußte unter dem Aequator der Weltkugel am heftigsten sein, wo sich gerade die leichteren Gase befanden, welche sich endlich in Streifen von dem schwereren Körper losrissen und als Ringe die Aequatorialzone umschwebten, wie wir es heute noch beim Saturn sehen. Nach und nach wurden diese Ringe ganz abgeschleudert, zerrissen, und die einzelnen Streifen kugelten sich zusammen und umrollten als Sonnen den Urkörper. Diese Erscheinung wiederholte sich bei den Sonnen, auch sie schleuderten Ringe und Streifen ab, die sich zu Planeten abrundeten oder als gestaltlose Gase in

Form von Kometen die Sonne umkreisen. Je leichter die abgeschleuderten Stoffe waren, um so weiter flogen sie von der Sonne fort, nahmen eine ihrer Entstehung angemessene Axenstellung und bewegten sich um die Sonne, wie es die Ringe gethan hatten. Bei großen Planeten wiederholte sich die Abschleuderung von Ringen, die sich in Kugeln verwandelten und Monde heißen. Spiller behauptet sogar, der Mond sei das zwischen Afrika und Südamerika weggeflogene Stück Erde, wofür er freilich keine Beweise vorzubringen vermag.

Diese Absonderung der kleinen Weltkörper von den großen hatte eine doppelte Folge. Denn einestheils entstanden nun freie Räume im Weltall, und anderntheils trat eine Abkühlung ein, so daß die kleineren Körper, bei denen die chemischen Verbindungen und mit ihnen die Verdichtung der Masse schneller zunahmen, durch die krustenartige Umhüllung schärfere Grenzen erhielten, welche in Berührung mit dem kalten Weltraume an ihrer Oberfläche sich immer mehr abzukühlen begannen. Die Sonnenmasse muß als Gasball 6500mal mehr Durchmesser und 860 Millionen Meilen mehr Umfang gehabt haben, als sie gegenwärtig besitzt, und unsre Erde als Gasball bis über den Mond hinaus (50,000 Meilen) gereicht haben.

Unsere Erde ward durch Verdichtung und Abkühlung ein feuerflüssiges Sphäroid. Als dessen Sauer- und Wasserstoff sich im kühleren — freilich dabei noch heißen — Weltraume abkühlten, verbanden sie sich zu Wasser und stürzten in heißen Regengüssen nieder. Hierbei bewirkten sie neue chemische Verbindungen, die Stoffe wurden dichter und dichter, die Wärmeausstrahlung nahm an der Oberfläche zu, hier und da entstanden Flecken und weite Strecken solcher dichten Massen, welche auf der feurigflüssigen Masse schwammen wie etwa Eisschollen auf dem Meere, und welche wir heute noch an der brennenden Sonne beobachten und Sonnenflecken nennen. Wohl zerrannen diese Schollen wieder, aber solche Versuche wiederholten sich so oft, bis sich irgendwo diese Kruste behauptete, nach und nach wuchs wie etwa gefrierendes Wasser und endlich den feurigflüssigen Erdkern als feste Rinde überzog. Der Regen sammelte sich zu warmen Meeren an, das Wasser nagte an den Gesteinen der Kruste, löste sie theilweise auf, wobei neue chemische Niederschläge

und mit ihnen neue Mineralien und Metalle sich bildeten. Unter günstigen Verhältnissen verbanden sich aber auch Gase zu Urzellen von Pflanzen und Thieren, welche sich bei fortgesetzten chemischen Prozessen zu besondern Arten entwickelten. Aber die eingeschlossene Gluthmasse des Innern sträubte sich von Zeit zu Zeit gegen die Umschließung der Kruste, die Gase drückten gegen dieselbe, sprengten sie an der dünnsten Stelle, und nun quollen feurigflüssige Massen empor, um als krystallinische Urgebirge sich aufzuthürmen und zu erstarren. War die Erdkruste zu stark, so bewirkte der Druck der Gase Hebungen, wobei anderwärts Senkungen erfolgen mußten. Diese Bildungen dauerten bis zur gegenwärtigen Erdperiode fort, in welcher sich das Gleichgewicht scheint hergestellt zu haben.

Nach dieser Hypothese würde das Erdinnere eine feurigflüssige Masse sein, dagegen die Erdkruste im Verhältniß zum Erdganzen die Dünne eines Kartenblattes und das Feuermeer im Erdinnern Schwankungen, Strömungen, Ebbe und Fluth haben, demnach Lava nur das Aufsteigen unterirdischer Sturmfluthen sein. Die geologischen Perioden, meint Reclus, sind nur Wellenschläge der unterirdischen Feuermassen, die krystallinischen Gebirge (Alpen) nur die erstarrten Runzeln und Wellenberge der hervorgequollenen feurigflüssigen Masse. Die Gesteine, die wir auf Erden als scheinbar unerschütterliche Massen vor uns sehen, wogen im Erdinnern als breiartige Gluthmassen auf und nieder, wobei ihre Spritzwellen als Laven aus den Kratern der Vulkane emporschlagen.

Eine so kühne Theorie forderte natürlich zu sorgfältiger Prüfung auf, indem man allerlei Messungen vornahm und namentlich Beobachtungen über die Verbreitung der Erdwärme anstellte. Man berechnete, daß die Abplattung der Erde an jedem Pole etwa drei Meilen beträgt, die höchsten Berge sich kaum zwei Meilen über das Meer erheben und die tiefsten Meeresstellen ebenso viel messen. Solche Unebenheiten verschwinden aber im Verhältniß zum Erdumfange. Manche wollen die Abplattung der Pole dadurch erklären, daß dort die Kälte und die Eismassen stärker an der Zertrümmerung der Felsen arbeiten, deren Blöcke und Schutt von Eisbergen und Meeresströmungen nach den gemäßigten Zonen geschleppt werden. Die Kugelgestalt

der Erde ist übrigens als unbestreitbare Thatsache nach verschiedenen Methoden erwiesen. Dagegen erhoben sich Bedenken in Betreff des Erdinnern.

Zunächst beobachtete man eine verschiedene Leitung der Wärme, denn in Schiefergebirgen steigt sie schneller als in Granitmassen, in Metalladern schneller als im Schiefer, in Kohlenlagern schneller als in Metalllagern. Man hat ferner bei artesischen Brunnen und tiefen Bergwerken eine Verschiedenheit der Wärme bemerkt. Bei Neuffen steigt sie bei 10 Meter um $^1/_{100}$ Grad, in Irkutzk bei 16 Meter, in Sachsen bei 42 Meter um einen Grad, in Kuttenberg und Guanajuato in Mejico in noch größern Stufen. Im Durchschnitt nimmt sie mit je 100 Fuß oder 33 Meter um einen Grad zu. Demnach müßte das Erdinnere eine Hitze von 200,000 Grad, die höhere Luft eine Kälte von 5000 Grad besitzen. Dem ist aber nicht so. Ebenso verschieden sind die Berechnungen über die Dicke der Erdkruste, da dieselben zwischen 120 bis 1600 Kilometer schwanken. Manche Physiker behaupten, daß die Geschwindigkeit der Erde und ihre Schwere zu der Voraussetzung zwingen, im Erdkerne müssen schwere Metallmassen angehäuft liegen, wogegen andere behaupten, daß sich zwischen dem dichten Erdkern und der festen Erdkruste Höhlungen und Becken befinden, welche seenartig mit feurigflüssiger Masse gefüllt sind, welche von Zeit zu Zeit aus den Kratern der Vulkane ausfließt.

Andre Meinungsverschiedenheiten ergaben sich, als man die Dichtigkeit der Erde mit Hilfe des Pendels, welcher bekanntlich von der Schwere und Dichte der Gebirge beeinflußt wird, oder mit Hilfe der Drehwage berechnete. Als Gewichtseinheit oder Dichtigkeitsmaß nahm man Wasser an, wenn es die Temperatur von 40° C. besitzt und nennt dieses Maaß das specifische Gewicht. Man ließ also ein Pendel an einzelnen Bergen, auf Berggipfeln, und in tiefen Bergwerken sich schwingen und kam zu dem Ergebniß, die Erdmasse müsse $4^7/_{10}$—$5^1/_2$mal schwerer sein als das Wasser, womit die Berechnungen nach der Drehwage übereinstimmen. Auch Newton hatte schon behauptet, daß sich in der Mitte der Erde die schweren Bestandtheile derselben müssen angesammelt haben, wenn sie das Gleichgewicht erhalten wollte, denn die Erdkruste ist nur dreimal dichter als Wasser, ja, wenn

man die Meere mitrechnet, nur $1^{6}/_{10}$ schwerer. Zwar widersprach Huyghens, aber Arago u. A. wiesen die Richtigkeit der Ansicht Newtons nach, und Plateau bewies durch ein höchst sinnreiches Experiment, daß eine sich um sich drehende Masse eine Kugelform mit abgeplatteten Polen annimmt. Auch Laplace gab die zunehmende Dichtigkeit der Erde nach ihrem Innern zu und schätzte sie auf das Achtfache, Plana dagegen auf das Sechzehnfache des Wassers. Also hier stehen wir noch vor ungelösten Räthseln.

Noch mehr Widersprüche erhoben sich gegen die Theorie des Laplace in Betreff der Schichtenbildung, Entstehung, Umwandlung und Alter der Gesteine, welche so weit gehen, daß man die bisher giltigen Systeme bereits als mangelhaft verwirft. Chemiker und Physiker stehn sich hier schroff gegenüber. Wenn man tiefe Felsspalten, Bohrbrunnen, Tunnels u. s. w. untersucht, so findet man, daß Gesteinsarten schichtenweise über einander lagern und an verschiedenen Orten in bestimmter Reihenfolge sich wiederholen, daß dieselben aber auch oft durchbrochen, schräg oder senkrecht aufgerichtet sind. Wie ist das zu erklären? Geschichtete, wagerechte Gesteine setzen eine ruhige Ablagerung im Wasser voraus, indem sich Schlamm anhäufte, durch den Druck zu fester Masse sich zusammenpreßte und erhärtete, wenn er trocken gelegt wurde. Krystalle bilden sich im Feuer — aber auch im Wasser, wie Chemiker behaupten — häufen sich unregelmäßig an, bis andre Stoffe als Bindemittel die Krystalle zu fester Masse verkitten. Demnach müssen krystallinische Gesteine oder Formationen aus dem Erdinnern stammen und Ausströmungen der feurigflüssigen Masse, die höchsten Gebirge die jüngsten sein, da sie durch auflagernde geschichtete Formationen durchbrachen, sie an den Spalten aufrichteten oder weite Strecken hoben, ohne durchzubrechen. Wo die krystallinischen Massen emporstiegen und erkalteten, zogen sie sich zusammen, es entstanden Sprünge, Risse, Spitzen u. s. w., Regen, Schnee und Eis erweiterten dieselben, Bäche und Flüsse wuschen sie zu Thälern aus.

Die Theorie des Laplace folgert daher, daß die erste Hülle des Erdkörpers aus krystallinischen Gesteinen (Granit, Porphyr u. s. w.) müsse bestanden haben, welche man daher Urgebirge oder primäre Formation nennt, und auf welcher weder Pflanzen noch Thiere lebten. Das heiße Meer löste einzelne Theile des

Gesteins auf, es entstanden durch chemische Verbindungen neue Stoffe, welche sich in Schichten ablagerten und zu Gneis-, Glimmer- und andern Schieferarten erhärteten, auf denen Pflanzen und Thiere sich ansiedelten, nach deren Versteinerungen man die einzelnen Arten der Gesteine unterscheidet. Dieses Auflösen und Zerbröckeln der neuen Kruste wiederholte sich öfter, wobei neue Stoffgebilde entstanden, Schlamm- und Sandbänke sich aufhäuften und mit der Zeit zu Gebirgen wurden, wenn sie trocken gelegt wurden, wogegen Polypen und Muschelthiere Kalk auffogen und die Kalkburgen der Korallenriffe und Koralleninseln oder Muschelbänke bildeten. Es legten sich nach und nach 7 — 9 solcher Schalen von Hauptschichten (Formationen) um den Erdkern, die man wieder in die Hauptgruppen der secundären und tertiären zusammenfaßte, je nachdem Kalk oder Sand vorherrschen, und über denen die Humusdecke unsrer Ebenen und Berge lagert, welche man Ablagerung (Diluvium) oder Anschwemmung (Alluvium) nennt. Indessen wird diese ganze Theorie bestritten und von Vielen verworfen.

Die zunehmende Abkühlung der Atmosphäre, sowie die Hebung oder Senkung ganzer Landstrecken mußten auch das Klima abändern, von welchem wieder, wie von der Bodenbeschaffenheit, die Arten der Thiere und Pflanzen bedingt werden. Daher starben nach und nach ganze Arten aus oder wandelten sich in neue um. In den ältesten Meeren lebten Schalthiere, zur Zeit des rothen Sandsteins Fische, dagegen Kriechthiere (Reptilien) in pflanzenreichen Golfen und Lachen, in denen sich die Gewächse bei späteren Verschüttungen in Kohle verwandelten. In der Kreideperiode vermochten Vögel zu leben, und zu den letzten Schöpfungen (in der tertiären und quaternären Periode) lebten Affen und Menschen mit den ausgestorbenen Mammuths (Urelefanten), Riesenhirschen, Höhlenbären u. s. w. zusammen. Daß große Veränderungen auf der Erde vorgingen, kann man daraus entnehmen, daß Unger in den Kohlenwerken Steiermarks Pflanzen fand, welche noch in Südafrika, Australien und den Sundainseln wachsen. In dem felsigen Attika findet man Knochen von wilden Pferden, Antilopen, Giraffen, Elefanten, Nashörnern u. s. w., welche das Vorhandensein von großen Grasflächen und Urwäldern voraussetzen, und die versteinerten Blätter unserer tiefen

Erdschichten gleichen denen Nordamerikas. In Island wuchsen Palmen und Riesenbäume, wogegen jetzt nur die Birke dort fortkommt, aber kaum 3—5 Fuß hoch wird, obschon dann ihr Gehölz Wald heißt. In der Steinkohlenperiode muß auf der Erde ein gleichmäßiges, feuchtheißes Klima, zur Triaszeit große Kälte, zur Jurazeit große Wärme und Trockenheit geherrscht haben, dann folgte gemäßigtes Klima, hierauf eine Eisperiode mit Gletschern, bis endlich der Golfstrom Europa erreichte und gemäßigtes Klima brachte. Trotzdem herrscht in den Polargegenden eine Kälte von 45 Grad, und Middendorf fand den Boden in Sibirien bis 582 Fuß gefroren. Nach Baer thaut in Nowaja Semlja der Humus nur wenige Fuß tief auf, und auf der Ostseite des karischen Meeres, welches man den Eiskeller nennt, vertreiben Süd- oder Südwestwinde nur auf kurze Zeit die meilenlangen Eisschollen. Aehnliche Beobachtungen machte Richardson in den Hudsonsbailändern, Roß am Victorialand des Südpolarmeeres. Man folgert daraus, daß der Urzustand der Erde kein wässerigflüssiger, sondern ein feurigflüssiger gewesen sei. In diesem Zustande konnte es aber weder gediegenen Kohlenstoff, noch Schwefelmetalle geben, sondern nur Sulphate (Gyps u. s. w.), doch bestand kohlensaurer Kalk neben Silicaten. Gerade die Kieselsäure bildet aber die Hauptmasse der Erdkruste, denn Thonschiefer, Porphyr und Granit enthalten 62—82 Procent derselben, Basalte 33—63 Procent, wogegen Kalksteine 33—56 Procent Basen in sich schließen. Die Erdkruste muß daher vorzugsweise saure (sauerstoffreiche) Silicate (Verbindungen der Kieselsäure) und Salz, der Erdkern dichtere Gesteine enthalten haben.

Eine andre Ansicht von der Ausbildung der Erde stellte Bischof auf, welcher dabei die chemischen Entstehungsgesetze der Gesteine zu Grunde legte. Nach ihm ist die Erde von außen nach innen zu erstarrt, wozu sie 49,105,914 Jahre brauchte, und wobei viele Körper krystallisirten. Alles ging durch einen chemischen Proceß auf nassem Wege vor sich, indem sich Dampf zu Wasser verdichtete, welches die löslichen Salze auslaugte, damit das Meerwasser füllte, Niederschläge bewirkte, namentlich in verdunstenden Buchten Gyps- und Steinsalzlager. Dabei drang Kohlensäure in die Erde ein, zersetzte die Silicate, schied Quarz aus und schuf kohlensaure Gebilde (Karbonaten). Dadurch

ward Pflanzenwuchs möglich, wobei das Blattgrün unter der Mitwirkung des Lichtes die Kohlensäure zersetzte und Kohlenstoff als Reductionsmittel der schwefelsauren Salze entstand. „Mit der Erhebung des Landes bildeten sich unterirdische Gewässer, welche die Zersetzungsprodukte der Silicate dem Meere zuführten oder sie von Pflanzen aufnehmen ließen. Pflanzen ermöglichten das Thierleben. Dieses erscheint in den Meeren in der unvollkommenen Form der Pflanzenthierchen, welche die aufgelöste kohlensaure Kalkerde und die Kieselsäure absonderten und beim Absterben mit ihren Schalen und Panzern Material zu mächtigen Ablagerungen (sedimentären Schichten) lieferten. Alle organischen Stoffe setzen als Ursprung anorganische voraus, daher saugt die Pflanze den Boden aus und nährt sich das Thier von der Pflanze. Anorganische Stoffe nehmen an der Zersetzung der organischen Theil, wobei diese möglicher Weise ganz verschwinden.

„In der Natur herrscht ein ununterbrochener Kreislauf. Anorganische Stoffe zersetzen sich in den Meerestiefen langsam zu Kohlensäure. Scheiden sich dabei alle flüchtigen Bestandtheile aus, so bleibt der unzerstörbare Kohlenstoff zurück, welcher durch Verbindung mit Sauerstoff zu Kohlensäure wird und nun als Pflanzennahrung von den Pflanzen verschluckt wird. Thiere athmen den in den verzehrten Pflanzen enthaltenen Kohlenstoff als Kohlensäure aus, welche die Pflanzen aufsaugen, zersetzen, den Kohlenstoff in Holz, Frucht u. s. w. verwandeln, den freigewordenen Sauerstoff den Thieren als gesunde Atmosphäre zurückgeben. Im Thiere werden die anorganischen Stoffe der Nahrung zu Fleisch, Knochen, Blut, Fett, und diese kehren bei der Fäulniß wieder zur anorganischen Natur zurück. Dies ist der Kreislauf der Stoffe."

Auf nassem Wege wiederholen sich solche Zersetzungen und Verbindungen, entstehen sogar Krystalle. Die Kohlensäure der Gewässer zersetzt die Gesteine, und die kohlensauren Alkalien zersetzen eine Menge von Salzen, so daß die Gesteinsbildung das Produkt einfach chemischer Prozesse ist. Der Reichthum an Alkalien macht die Thonlager der Flußthäler nahrhaft für Pflanzen, Ackererde besteht meist aus alkalienhaltigem Thon, und die Quellen erhalten ihre alkalischen Karbonaten von zersetzten Mineralien.

„Meteorwasser (Regen) enthält Sauerstoff und Kohlensäure, welche in die Gesteine eindringen und sie zersetzen oder umwandeln. Erst in der Tiefe der Gewässer hören die Zersetzungen auf, weil dann beide Stoffe aufgezehrt sind. Dagegen wirken nun die löslichen Substanzen, welche die Gewässer aufnahmen, und verändern die Gesteine. Silicate verbinden sich zu zusammengesetzten Silicaten und krystallisiren bei diesem sehr langsamen Prozesse. Unzersetzt gebliebene alkalische Silicate liefern gleichfalls Material zu neuen zusammengesetzten Silicaten; bei andern Gelegenheiten scheiden sich Quarze aus, und Feldspathe entstehen durch Umwandlungen aus abgelagerten Silicaten u. s. w. In den untern Regionen der Gewässer, wohin Sauerstoff und Kohlensäure nicht dringen, gehen andre Prozesse vor sich. Die zersetzten Gesteine werden vom Wasser fortgeführt und dies um so leichter, je mehr sie aufgelockert sind und ihr Zusammenhang aufgehoben ist. Dann schreitet aber auch die Zersetzung schneller fort. Wo, wie im Kalkgebirge, das Gestein chemisch nicht kann zersetzt werden, da wird der kohlensaure Kalk theils mechanisch, theils in wässeriger Lösung mittels freier Kohlensäure fortgeführt, theils durch andre, in den Gewässern aufgelöste Substanzen verdrängt.

„Krystallisation und bestimmte Mischungsverhältnisse sind wesentlich mit einander verknüpfte Thatsachen, die im Wasser und Feuer vor sich gehen. Ein Krystall kann sich im Wasser nur vergrößern, wenn ihm fortwährend gleichartige Flüssigkeiten zugeführt werden. Einfache chemische Stoffe bilden einfache stereometrische Figuren, je mehr Bestandtheil ein Krystall enthält, um so mannichfacher wird seine Form. Von den 156 Umwandelungsgebilden der Krystallformen, welche Blume beschreibt, wurden 90 wasserfreie Mineralien wasserhaltig, 15 waren es schon und die übrigen 51 waren und blieben wasserhaltig." Steinsalz, Gyps, Anhydrit und andre Salze sind chemische Niederschläge bei Verdunstung an gewissen Orten, wie Bischof an dem 1000 Fuß mächtigen Staßfurter Steinsalzlager die Zeitperioden der Ablagerungen nachwies. Verdichtender Druck verwandelt Pflanzenstoffe in Braun- und Steinkohlen, endlich in Anthrazit und Graphit.

Diese Auffassung Bischofs ist einfach und natürlich; ähnliche Ansichten sprachen auch Mohr und Naumann u. A. aus, so daß

die Geologen jetzt sich kaum in der Verschiedenheit der Systeme zurecht finden, wie dies Cotta offen eingesteht. Nach ihm entstanden zuerst Erstarrungsgesteine, welche vom Wasser aufgelöst wurden, neue Verbindungen eingingen und sich als sedimentäre Gesteine niederschlugen. Druck und Zeitdauer verwandelten diese in metamorphische Gesteine. Alle Erstarrungsgesteine enthalten dieselben chemischen Elemente und Verbindungen; Niederschläge erfolgten an den Orten, wo die Grundstoffe dazu vorhanden waren und erzeugten dann ihre besondern Thier- und Pflanzenarten.

Heer („Urwelt der Schweiz") sucht das Entstehen und die Arten der Niederschlagsgebilde auf einfache Weise zu erklären: „Die ins Meer mündenden Flüsse führen demselben organische Stoffe zu, welche den Schlamm schwarz färben: Geschiebe, Gerölle, Sand u. s. w., aber auch Kieselsäure und Kalkerde, welche sich nun über das Meer verbreiten, Niederschläge bilden und den Boden erhöhen. Pflanzen und Thiere nehmen diese Stoffe auf und bilden daraus ihre Körper, welche beim Absterben mit ihrer ungeheuren Menge den Boden hoch bedecken und zu einer besondern Steinart zusammengedrückt werden. In hoher See bestehen die Niederschläge aus feinem Schlamm, welcher endlich zu feinkörnigem Fels wird, welchen man Schlammfels nennen könnte. An Flußmündungen dagegen entstehen Sandstein, Geröllfelsen (Nagelflue) oder Mergel. Außerdem erzeugen Schnecken und Muscheln sowie Polypen Muschel- und Korallenkalk. Im tiefen und offenen Meere findet daher in der Felsbildung immer eine größere Einfachheit und Gleichförmigkeit statt als im Seichtwasser und in der Nähe des Festlandes. Es hat dies auch auf die Mächtigkeit der Absetzungen großen Einfluß; denn es ist klar, daß diese in der Nähe der Flußmündungen am größten werden muß, daß aber auch im offenen Meere, in den Thälern und Kesseln sich größere Massen absetzen werden als an den Abhängen der Berge, besonders wo Seeströmungen auch aus weiter Ferne Niederschläge herbeiführen."

Aehnliche Ansichten spricht Cotta in der „Geologie der Gegenwart" aus, welcher dabei auf Temperaturwechsel u. s. w. aufmerksam macht. „Sogar Spuren alter Eiswirkungen will man in früheren Perioden entdeckt haben, in der Kreide-, Stein-

kohlen-, Rothliegenden, selbst in der silurischen Formation. So viel erkennt man, daß das organische Leben auf der Erde stetig vom Einfachen zum Mannichfaltigen vorgeschritten ist. Aber alle Organismen kämpfen mit einander um das Dasein und machen es sich in gewissem Grade gegenseitig streitig. Diese stete Einwirkung aller neben einander vorhandenen Organismen auf einander ist nothwendig mit ihrer Verschiedenheit, die durch äußere nicht organische Lebensbedingungen veranlaßt ward, immer vielseitiger und mannichfaltiger geworden. Eins bedingt stets das Andre. Ist einmal der Anfang gemacht, so vollzieht sich die Fortbildung unaufhaltsam und gleichsam eigenmächtig. Diese Entwicklung ist Folge der steten Summirung aller Einzelwirkungen und ihrer Resultate. Sie kann als eine stete Differenzirung der Materie bezeichnet werden, beginnend mit mechanischen und chemischen Vorgängen, welchen das organische und dann das geistige Leben folgt. Der Kampf um das Dasein, welcher das unorganische wie das organische Leben beherrscht, ist zugleich der Grund weiterer Entwickelung. Diese folgt von selbst aus den Wirkungen der Dinge und der Zustände auf einander; den Urgrund derselben aber zu erkennen, liegt gänzlich außerhalb der Sphäre unsres Forschens und Denkens."

Gestalt, Alter und Zukunft der Erde.

So verschieden die Ansichten über die Erdbildung waren, ebenso wichen die über deren Gestalt zu verschiedenen Zeiten von einander ab. Die Alten hielten die Erde für eine Scheibe, die vom Ozean umflossen werde. Auf ihr stand der Olymp der Griechen mit seinen Götterpalästen, die Götterburg der Germanen. Pythagoras und Aristoteles bewiesen dagegen die Kugelgestalt der Erde, welche spätere alexandrinische Gelehrte maßen. Aber trotzdem wollte man bis zu Columbus von der Kugelgestalt der Erde nichts wissen, fabelte vielmehr von einem Ende der Welt, und Geistliche nannten die Lehre von Gegenfüßlern alles Ernstes eine todwürdige Ketzerei. Als aber Magelhan die Erde umsegelte, war die Kugelgestalt derselben thatsächlich bewiesen. Nun kam

es darauf an, die Größe derselben nicht nur mathematisch zu berechnen, sondern auch mit Hilfe der Meßkette und Triangulation wirklich zu messen. Es entstanden die kostspieligen und schwierigen Gradmessungen, welche man bis heute noch von Zeit zu Zeit oder Strecke zu Strecke ausführt, um die Karten zu berichtigen. Die ersten Messungen ergaben große Unterschiede, da sowohl die Instrumente wie die Berechnungsmethoden ungenau waren, doch hatten sie unerwartete Ergebnisse; denn als Picard einen Gradabschnitt in Frankreich maß, bemerkte er ein Abweichen des Pendelschlages. Um diese Thatsache zu prüfen, sandte die französische Akademie (1672) den Mathematiker Richer nach Cayenne, welcher bestätigte, daß er sein Pendel kürzen mußte, damit es mit dem Pariser gleichmäßig schlüge, und dieselbe Beobachtung machte Halley (1677) auf der Insel St. Helena. Newton und Huyghens benutzten diese Thatsache als Beweis für die Abplattung der Erde an den Polen. Denn diese mußten dem Mittelpunkt der Erde als der Ursache der Anziehung näher liegen, wodurch der Pendelschlag beschleunigt werde, wogegen die Erde um den Aequator herum aufgebauscht sei und vom Mittelpunkt weiter abstehe, was den Pendelschlag verlangsame. Die Erde müsse also ein abgeplattetes Sphäroid sein. Diese Erklärung fand Widerspruch, und man setzte die Messungen und Berechnungen eifrig fort.

In Frankreich unternahm man daher (1680—1710) neue Messungen durch Cassini u. A., welche herausbrachten, die Erde sei ein langgezogenes Sphäroid gleich einer Pomeranze. Als nun Bouguer und Condamine (1735) in Peru, Maupertuis und Clairaut in Lappland (1736) Gradmessungen vornahmen, bestätigten sie Newton's Ansicht, indem sie zwischen einem Grad unter dem Aequator und einem des Polarkreises einen Unterschied von 684 Toisen nachwiesen, und spätere Messungen in Lappland und die des Biot und Arago erwiesen diese Angaben als richtige. Als endlich im Auftrage der russischen Regierung Struve, unterstützt von tüchtigen Astronomen, eine Gradmessung von Lappland bis zur Donaumündung ausführte (1816—51), stellte sich heraus, daß die Erdaxe 1713 Meilen, der Aequatordurchmesser 1719 Meilen Länge hat, der Südpol nicht so abgeplattet ist, als der Nordpol, und daß die Grade geschwungene

Linien bilden, weil sie bald über Hochländer, bald über Tiefebenen gehn.

Nachdem die Gestalt der Erde erforscht war und unterdessen die Untersuchungen der Gelehrten sich dem innern Bau derselben zugewandt hatten, indem man namentlich das Alter und die Reihenfolge der Formationen zu bestimmen suchte, kam man auch auf die Frage, wie alt wohl die Erde überhaupt sein möge. Die Antworten fielen bisher so sehr verschieden aus, daß sie nur für Vermuthungen gelten können. Haughton berechnete, daß eine Abnahme der Erdwärme von 25 Grad eine Zeit von 1800 Millionen Jahre erfordere. Da nun die Gluthmasse der Erde wenigstens 2000 Grad Hitze besaß, so müßten Milliarden von Jahren verstrichen sein, ehe die Temperatur auf 20—30 Grad sank, die jetzt herrscht. Bischof ließ eine künstliche geschmolzene Basaltkugel von 2 Fuß Durchmesser sich abkühlen, notirte die Zeit der abnehmenden Wärme, und kam zu dem Schlusse, daß die Erde mit Berechnung ihres Größenverhältnisses 333 Millionen Jahre gebrauchte, ehe ihre Temperatur von der Schmelzhitze bis zur heutigen Wärme sank. Nach seiner Berechnung brauchten die Steinkohlen, welche ein Tropenklima voraussetzen, zu ihrer Bildung 1,300,000 Jahre. Arago stellte eine Gegenrechnung auf, welche es nur auf 313,000 Jahre brachte, worauf Bischof seine Berechnung wiederholte und nun gar auf 9 Millionen Jahre kam.

Eine andere Methode der Berechnung, das Alter der Erde abzuschätzen, benutzte die Ablagerungen des Nilschlammes als Zeitmesser. Als nemlich der General Bonaparte seinen abenteuerlichen Zug nach Egypten unternahm, ließ er sich von Gelehrten begleiten, welche die Alterthümer des wunderbaren Nillandes studiren sollten. Diese fanden die Ruinen der Palaststadt Theben auf und waren nicht wenig verwundert, Säulen und Mauern derselben sechs Fuß hoch von Nilschlamm bedeckt zu sehen. Selbst die 60 Fuß hohe Memnonssäule, das Riesenbild des Königs Amenophis III., welcher 1480 v. Chr. lebte, stand 2 Meter tief im Schlamme, wie auch der alte Nilmesser an der Insel Elefantine von Schlamm verhüllt war. An jener Memnonssäule befand sich aber eine Inschrift, welche der römische Kaiser Antonin im zehnten Jahre seiner Regierung (148 n. Chr.)

hatte eingraben lassen, wie es die Inschrift selbst angiebt. Man hatte also einen Zeitraum von 148—1800 in runder Zahl als Maß für das Anwachsen des Nilschlammes. Man hat doch schwerlich in den Schlamm hineingebaut, sondern auf festen Boden; da aber sich Nilschlamm um das Bauwerk bis zu 2 Meter Höhe anhäufte, so muß in je 100 Jahren sich die Thalsohle des Nil um 4—4½ Zoll erhöht haben. Die Palastruinen von Luxor stehen 18½ Fuß im Nilschlamm, setzen also ein Alter von 4—6000 Jahren voraus, sind demnach so alt als der von Adanson gemessene Affenbrodbaum Senegambiens. Bei Bohrungen fand man 70 Fuß tief Topfscherben, woraus man folgert, daß vor 10—20,000 Jahren die Egypter schon Töpferei trieben. Einen Menschenschädel, welchen man im tiefen Schlamm des Mississippithales fand, schätzen Alterthumsforscher auf 100,000 Jahre.

Das Mitgetheilte wird genügen um zu zeigen, wie schwach noch die Beweise für das Alter der Erde sind. Nur soviel steht fest, daß es sich um lange Zeiträume handelt. Ob um Zehntausende oder Hunderttausende oder Millionen, das werden fortgesetzte Forschungen ins Klare bringen.

Trotzdem hat man sich Sorge gemacht, auch die Zukunft der Erde zu errathen, welche ihr in Millionen von Jahren bevorsteht. Fromme Männer haben oft den Untergang der Welt angekündigt und stets Gläubige gefunden. Besonders fürchtete man sich vor einem Zusammenstoße mit Kometen. Zwei berühmte Astronomen (Bessel und Mädler) haben sich die Mühe genommen, die Möglichkeit eines solchen Falles zu berechnen und gefunden, daß er sehr unwahrscheinlich ist. Nun hat man aber auch erfahren, daß die Erde bereits wiederholt durch eine Kometenmasse hindurch ging, ohne daß man auf Erden etwas bemerkte. Astronomen haben dies erst nachträglich ausgerechnet. Im December des Jahres 1845 genossen die Astronomen das seltene Beispiel, daß sich vor ihren Augen der Komet Biela trennte, indem er sich in zwei Streifen theilte. Auch weiß man jetzt, daß die Sternschnuppen, welche spurlos verschwinden, die Fetzen zerrissener Kometen sind, welche in die Atmosphäre der Erde gerathen. Solche Dunstmassen können keinen Schaden verursachen.

Andre behaupten, die Sonne ziehe nach und nach die

Planeten an sich, bis sie endlich in deren Gluthmasse stürzen und ihr als Brennmaterial dienen, weil Astronomen berechnet haben, daß die Erde in immer engerer Spirallinie die Sonne umkreist. Noch Andre (Adhemar) meinen, die Schwankungen der Erdaxe bringen in je 21,000 Jahren eine Eiszeit über die ganze Erde. Mädler hat indessen nachgewiesen, daß jene Schwankungen nur eine geringe Verschiebung des Klimas bewirken können. Es würde nur ein Zuschuß von sieben Tagen mehr Winter eintreten. Es läuft das ganze Unglück auf die Verschiebung oder das Ausbleiben einiger Herbst- und Frühlingstage hinaus, welches sich auf 14,000 Jahre vertheilt, also sehr unmerklich eintritt. Berlin wird dann den Sommer Kopenhagens und den Winter von Frankfurt am Main haben und wenn man jetzt schon vom Thurme zu Torneo im Sommer die Mitternachtssonne sieht, so müßte man dann ans Nordcap gehen, um diesen Anblick zu haben. Die ausdauernden Gewächse werden sich weiter verbreiten, Sommergewächse einen engeren Kreis einnehmen. Das würde das ganze Unglück sein, welches sich wohl ertragen läßt.

Der Erde steht aber noch ein andres Unglück bevor; der Sonnenkörper wird endlich in Milliarden Jahren eine Kruste erhalten, wie die Erde sie hat, also nicht mehr leuchten und wärmen, und dann wird die Erde ein Eisklumpen. Die Astronomen sehn die Gestirne in verschiedenen Farben und behaupten, die Verschiedenheit der Farbe rühre von der Art der zu- oder abnehmenden Gluth ihres feurigflüssigen Körpers her. Es giebt dunkle (überkrustete) Sonnen und solche, welche theilweise wieder leuchten, wenn die Kruste gesprengt und die Gluthmasse sichtbar wird. Wir sehn wohl diesen Lichtwechsel, aber die Erklärung desselben ist nur menschliche Muthmaßung, welche sich mit den Fortschritten unsres Wissens abändert. Wir können uns also vorläufig ruhig schlafen legen in der Gewißheit, daß die Sonne noch Milliarden von Jahren früh aufgehen wird als leuchtendes Gestirn.

Schließlich haben die Forschungen über die Erde und die Bedingungen unsres menschlichen Lebens zu der Frage geführt, ob es auf den Planeten auch menschliche Wesen giebt. Da wir nun durch die Spectralanalyse und die Lichtmessungen Zöllners wissen, daß die Planeten aus denselben chemischen Stoffen bestehen wie unsre

Erde, aber die Vertheilung von Licht, Wärme, Länge der Tage und Jahre, Wolkengebilde u. s. w. eine verschiedenartige ist, Pflanzen und Thiere also andere Lebensbedingungen vorfinden, so können diese im Allgemeinen wohl gleichartige oder ähnliche, aber sonst nur sonderartige sein. In licht- und wärmearmer Luft entstehen andre Licht- und Schattenbilder, andre Naturscenen, andre Sinnesreize. Die Lungen athmen andre Luft, das Blut empfängt andre Bestandtheile, Auge und Ohr empfinden andre Licht- und Schallwellen. Schon der Hottentott, der Chinese empfinden Farben- und Schallreize anders als der Europäer; noch größer muß der Unterschied zwischen uns und den Bewohnern andrer Planeten sein. Menschenartige Wesen mag es geben, aber gewiß nirgends Menschen von unsrer Art. Auf dem Saturn, welchen breite, schattende Ringe verdunkeln, auf dem matt beleuchteten Neptun kann man keine Astronomie, keine Malerei treiben, auf dem wasserlosen, schallberaubten Mond keine Musik pflegen, auf den winzigen Asteroiden keine Weltgeschichte durchleben. Die Sonne als Gluthmasse kann nichts Lebendiges beherbergen, ist vielmehr nur das colossale Laboratorium für die Belebung der Planeten. Da nun alle leuchtenden Sterne brennende Sonnen oder feurigflüssige Massen sind, so können menschenartige Wesen nur auf deren, uns unbemerkbaren Planeten leben. Bis zu dieser Vermuthung berechtigt uns unser heutiges Wissen von der Welt. Wenden wir uns nun dem Leben der Erde zu, wobei wir zu unserm Erstaunen erfahren werden, wie unwissend wir noch über alltägliche Erscheinungen sind!

Alte und neue Erdtheile.

In der Welt hat Alles seinen Grund, daß es so und nicht anders ist. Vermögen wir denselben nicht zu finden, so verschuldet dies unser Nichtwissen. Mit der Zeit kommen wir doch zu besserer Erkenntniß, weshalb auch jede Wissenschaft ihre Geschichte hat. Man betrachtete es als große That, als Linné nach äußeren Merkmalen die Natur in ein System brachte. Cuvier gruppirte später nach dem Gesammtorganismus, und Häckel nach der Entwickelung des Eies. Früher sammelte man aus-

gestopfte Thiere, um die Natur zu studiren, heute sucht man sie in ihrer Heimath auf, um sie kennen zu lernen, oder unterhält sie lebend in zoologischen Gärten und Aquarien. Die alten Geographen stellten als Erdbeschreibung ein wirres Rohmaterial von allerlei Notizen und Bemerkungen zusammen, dann behandelte man sie nach mathematischen und physikalischen Gesetzen, Ritter aber betrachtete sie als Naturwissenschaft und Grundlage des Kulturlebens. Die sogenannten Hilfswissenschaften der Staaten- und Völkerkunde, die Statistik, Meteorologie und Geologie wurden selbständige Wissenschaften. Die alten Landkarten sind ein wirres Durcheinander, die von Sydow, Delitzsch unterscheiden Höhen und Niederungen. Höhen- und Reliefkarten veranschaulichen noch mehr, und geologische Karten geben ein klares Bild von dem Aufbau der Länder und Erdtheile.

Bekanntlich giebt jeder große Gegenstand ein andres Bild, wenn man den Standpunkt verändert, von welchem aus man ihn betrachtet. Dasselbe gilt auch von den Landkarten, wenn sie uns den Erdbau in seinen Grundzügen und in seiner Harmonie veranschaulichen sollen. Man muß die jetzige Gestalt der Erde vom Standpunkt der Geologie aus auffassen, dann sieht man sie in ihrer wahren Gestalt. Jene Gesteine, welche gleichgeartet sind und gleichartige Versteinerungen einschließen, müssen gleichzeitig sich gebildet haben. Wo man in entfernten Ländern gleichartige Thiere und Pflanzen findet, müssen die Länder zusammengehangen haben, weil ja sonst jene Geschöpfe sich nicht über beide zugleich verbreiten konnten. Außerdem hat der Geologe noch manche Merkzeichen, an welchen er das Alter der über einander lagernden Gesteine erkennt; denn er zeigt uns das Werden der Länder.

Schon ein flüchtiger Blick auf eine Ganzkugel der Erdabbildung zeigt, daß auf der nördlichen Halbkugel das Festland den größten Raum bedeckt, dagegen auf der südlichen das Meer vorherrscht. Im Norden hat sich das Land um den Pol herum ausgebreitet, wogegen die Südenden der Erdtheile spitz zulaufen. Mittelpunkte für die Erdmasse und Meeresmasse sind England und Neuseeland. Ein Kreisbogen, der London zum Mittelpunkte hat, umfaßt beinahe die ganze Festlandsmasse der nördlichen Halbkugel, so daß England der natürliche Mittelpunkt des Weltverkehrs und der Knotenpunkt für die Straßen und Telegraphen

des Welthandels ward, seit ihm Eisen und Steinkohlen sehr reichliche Mittel zu dessen Betrieb liefern. Von London aus hat man nach allen Weltplätzen den kürzesten Weg.

Um Neuseeland herum findet man nur Meer, Halbinseln und Inselgruppen, welche wegen ihrer Kleinheit zur Entwickelung eines Geschichts- und Kulturlebens geringe Anregung geben und nur zu Stationen der Kultur der nördlichen Völker werden. Nach Herschel soll bei der schiefen Axenstellung der Erde das Meer nach Süden abgeflossen sein, so daß im Norden mehr Land auftauchte. Aller Wahrscheinlichkeit nach bedeckt den Nordpol ein offenes Meer, wogegen der südliche aus Festland zu bestehen scheint. Doch sahen die österreichischen Nordpolarfahrer Weyprecht und Payer unter dem 83° gletscherbedecktes Gebirgsland sich in weite Ferne ausdehnen und hatten eine Kälte von 40° R. auszuhalten. Da nun die Gletscher des Südpoles nach allen Seiten frei abfließen, sich zerstreuen und weit und breit selten Festland treffen, so üben sie auf die Küsten wenig Einfluß aus. Anders ist es im Nordpolarmeere, welches voll hoher Felseninseln ist, deren Küsten alljährlich Millionen von Eisbergen nach Süden senden. Weil aber dieses Meer nur durch einige wenige Straßen abfließen kann, so müssen die Gletscher die Küsten abreiben und die Berge erniedrigen, indem sie eine Menge Steinblöcke und Schutt forttragen, um dieselben in einer gewissen Entfernung da abzulagern, wo sie selbst schmelzen. Es entstehen daher an den Küsten Fjords und tiefe Einbuchtungen, weiter im Süden aber unterseeische Bänke, z. B. bei Neufundland und in der Nordsee. Da ferner die Gletscher schmelzen und aus den großen Seen und Flüssen der nördlichen Länder viel Eis- und Flußwasser ins Meer gelangt, so wird dessen Salzgehalt verdünnt, das Wasser selbst leichter und strömt nun als Oberwasser dem salzreichen Meere des Aequators zu, dessen schweres Wasser nach den Polen abfließt.

Tritt uns also hier bereits ein einfaches Gesetz der Erdbildung entgegen, so wird uns dies noch faßlicher, wenn wir die ältesten Ufer der Urmeere mit Hilfe der Geologie aufsuchen. Diese beweist aus Muschelresten, Sandablagerungen und Salzseen, daß Niederdeutschland, Rußland und Westsibirien von einem Polarmeere bedeckt waren, und daß die Sahara das trockne

gelegte Bett eines uralten Meeres ist. Jenes Nordmeer war also umufert von dem Nordrand des mittleren Hochasiens (Altai, Hindukusch, Paropamisus, Kaukasus) und den Gebirgen Mitteleuropas (Karpaten, Sudeten, Harz), wogegen Skandinavien als gletscherbedeckte Insel wie ein Grönland mitten im Eismeere lag, Frankreich aber mit England und Irland eine Halbinsel bildete, welche sich wahrscheinlich bis Neufundland und Ostamerika ausdehnte. Amerika's Westküste wird auf ihrer ganzen Länge von den hohen Cordilleren umsäumt, und hohe Felsufer umgeben Ostasiens und Ostafrika's Küsten von Kamtschatka bis zum Kaplande. Auf dieser ungeheuren Strecke finden wir die höchsten Hochebenen der Erde als ungeheuren Uferdamm des großen Oceans. Wo sich aber so gewaltige Landmassen hoben, da mußte nebenan die Erdrinde einsinken, welcher ja durch jene Erhebung Material entzogen wurde. Daher ist denn das angrenzende Meer (Stille Meer) sehr tief (4—7000 Meter) und hat Einsenkungen von 15 Kilomet. Tiefe.

Am Rande dieser Hochebenen erheben sich lange Reihen von erloschenen und thätigen Vulkanen. In Ostafrika dehnt sich der Gebirgsrand von den Drakenbergen des Kaplandes bis zu dem wildromantischen Habesch aus, und auf den Bergzügen findet man vielfache Spuren vulkanischer Thätigkeit, alte Krater und Lava, und die erst vor Kurzem entdeckten Bergriesen Kilimandscharo und Kenia gelten für Vulkane. Die vorliegenden Inseln leiden oft von Erdbeben, und gegenüber an der Küste Oberguineas entdeckte man in neuester Zeit gleichfalls einen Vulkan, wie ja auch fast alle westafrikanischen Inseln vulkanischer Natur sind.

Die Südküste Arabiens bildet ein steilabfallendes Hochland mit ausgebrannten Vulkanen, und Aden ist in den Krater eines solchen hineingebaut. Hochebenen umgrenzen das Tiefland Mesopotamien und scheiden es von dem Aral- und Kaspisee, den Ueberresten des alten Meeres. Auch sie tragen Vulkane (Ararat, Demavend), und der Himalaja liegt dem indischen Meere drei mal näher als dem Eismeere. Von diesen Hochländern streichen Kettengebirge nach Süden und Nordosten als uralte Halbinseln. Dagegen macht die geringe Breite und Tiefe der Beringsstraße, die Nähe der vulkanischen Aleuten-Inseln, sowie der vulkanischen

Halbinseln Kamtschatka und Alaschka es wahrscheinlich, daß Asien und Amerika hier als Festländer in Verbindung standen, und die Meerenge vor Zeiten eine Landenge war. Dadurch wird uns die Verwandtschaft der Eskimos mit den nordasiatischen Völkern begreiflich und findet die Ansicht eine Begründung, daß die Ureinwohner Amerika's mit der mongolischen Rasse nahe verwandt sind, die Kultur der Azteken in Mejico manche Aehnlichkeit mit der altchinesischen und mongolischen hat. Es unternehmen ja heute noch die Eskimos weite Wanderungen über gefrorene Sunde und Buchten, und Rennthiere nebst Büffeln findet man in Nordasien wie in Nordamerika gleich zahlreich verbreitet.

Auch die Hochebenen der Cordilleren tragen Reihen von Vulkanen, fallen steil nach dem Stillen Ocean ab, sinken dagegen in Vorbergen nach den Ebenen an ihrer Ostseite herab. Nur im Norden und Süden Mittelamerikas findet man tiefe Senkungen, von denen die von Panama nach Müller's Behauptung früher Meerenge war, und auch die von Tehuantepec scheint sich erst später aus dem Meere gehoben zu haben, wodurch Amerika zu einem zusammenhängenden Erdtheile wurde. Die Cordilleren oder Anden beginnen im Süden mit dem gefürchteten Kap Horn an einer der zerklüfteten Feuerlandsinseln, werden von der tiefen gewundenen Spalte der Magelhanstraße durchbrochen und erheben sich dann schnell auf 2—4000 Meter. Anfangs bilden sie eine Kette, dann spaltet sie sich und umschließt mit diesen Bergrändern ein Hochland, um diese wieder in einem Gebirgsknoten zu vereinigen. Diese Spaltung in zwei bis drei Bergreihen und deren Vereinigung wiederholt sich öfter, und auf solchen Hochebenen liegen große bergige Länder mit Seen. Nach Mejico oder Anahuac steigen die Cordilleren in Stufen empor, dehnen sich zu Ebenen von 750—1500 Kilomet. Breite aus und streichen in dieser Ausdehnung bis zum Eismeere. Vulkane und wilde Felsgebirge stehn auf diesen Hochflächen, deren Westrand die Seealpen und Sierra Nevada heißen, der Ostrand den Namen Felsengebirge, Sierra Madre u. s. w. führt. Die vulkanreichen Cordilleren Mittelamerikas lösen sich in verschiedene Bergzüge auf, als deren Fortsetzung man die großen Antillen betrachten kann.

Die Hochebenen Asiens und Amerikas waren die Heerstraßen, auf denen die Völker in uralten Zeiten von Land zu

Land wanderten, von dort stammen die Ursprachen und Urreligionen. Die Flußebenen dagegen entstanden nach und nach aus Schlammablagerungen. Wie groß deren Masse sein kann, zeigt der Ganges, welcher nach Everest's Berechnung jährlich 2140 Millionen Kubikmet. Schlamm absetzt und dadurch 120 □Kilomet. um $^1/_3$ Meter erhöht.

Die Perspective der Erde, von der Höhe über dem Großen Ocean herab gesehen, würde sich als breite Uferwulst von Hochebenen darstellen, welche dieses Meer umschließen und nach den Ufern des atlantischen Meeres in Stufen und Tiefländern sich senken. Das atlantische Meer wird das der Vermittlung, an seinen Ufern müssen die Staaten der fortschreitenden Kultur liegen, wogegen die abgeschlossenen Hochländer auch ein in sich abgeschlossenes und mit der Zeit erstarrendes Kulturleben erzeugten.

Reclus macht noch auf die Wellenlinien, d. h. auf den Wechsel von Erhebungen und Senkungen, aufmerksam, welche in Halbkreisen, parallel mit den Breitengraden, die Erde umschlingen. Der erste Halbkreis durchzieht die felsigen, hochnordischen Inseln vom Parry=Archipel über Grönland, Spitzbergen, Nowaja Semlja und Nordsibirien. Von diesem südlich liegen die nordischen Meerbusen, Halbinseln und Seenplatten. Der zweite Ring geht als Senkung von der Meerenge von Gibraltar durch das Mittel= und Schwarze Meer, über den Kaspi=, Aral=, Balkasch= und Baikalsee, über den Winipegsee, die kanadischen Seen und endet an der Fundybai Neuschottlands. Auch diesen Kreis umgeben Gebirge, welche ihm ihren steilen Abfall zukehren. Es sind dies die Pyrenäen, Alpen, Balkan, Elbrus, Kaukasus, Altai, die Hochflächen der Mississippiquellen und die Nordenden der Alleghanies.

Ueberblickt man jene Flächen, welche nach Regnaud meistens alter Meeresboden sind, so erhält man als dritten Kreis die Landenge von Darien, die Sahara, lybische Wüste, die arabische Wüste, Persiens Salzsteppen und die mongolische Wüste Gobi, welche der Atlas, Taurus, Elbrus und Altai umranden.

Mit Hilfe der Geologie hat man auch den symmetrischen Grundbau der uralten Erdtheile aufgefunden, welcher drei Paare Festländer, sowie ebenso viel Meere darstellte. Australien scheint

der älteste Welttheil zu sein, da seine Oberfläche, Pflanzen, Thiere und Menschen uraltes Gepräge tragen, wie die ältesten Versteinerungen es zeigten. Das Meer um diesen uralten Erdtheil ist von geringer Tiefe und läßt ein Plateau vermuthen, welches bis Neuseeland reicht, und dessen Halbinseln Tasmanien und das Land der Papuas waren. Korallenbänke und Koralleninseln, welche hier zu Tausenden vorkommen, deuten überall auf gesunkenes Land, auf welchem die Polypen ihre Kalkburgen und Kalkringe aufbauen. War die Sahara früher ein Meer, Südafrika zum Theil mit Wasser bedeckt, namentlich die Senkungen um den Ngamisee herum, so bildete es den abgeschlossenen Erdtheil der schwarzen Menschen. Viele Gründe sprechen dafür, daß die Atlasländer mit Europa zusammenhingen, und das Telegraphenplateau zwischen Sicilien und Nordafrika läßt vermuthen, daß das heutige Mittelmeer Tiefland war, welches vielleicht zwei Seebecken einschloß. Denkt man sich die Anschwemmungen an der Ost- und Südküste als neuere Gebilde hinweg, so erhält Nordamerika die dreieckige Gestalt, wie sie Südamerika, Afrika und Vorderindien haben. Eine schmale Landzunge verband dieses Paar von Erdtheilen, deren Flüsse und Gebirge einander an Richtung und Lage entsprechen.

Waren Rußland und Niederdeutschland vom Meere bedeckt, so besaß Europa die Gestalt des heutigen Nordamerika und die Sand- und Porphyrgebirge am Ufer des Rothen Meeres verbanden es als Landenge mit dem Negerlande. Nach Muschelresten, die man auf dem Atlas und in dem Mittelmeere fand, muß Algerien und Marokko mit Spanien verbunden gewesen sein, worauf auch die Palmen und Affen Spaniens schließen lassen. Es entsprechen einander die Binnenmeere und Seen Nordeuropas und Nordamerikas, die Newa dem Lorenzo, Skandinavien den Baffinsländern und Labrador, Gothland der Insel Neufundland, die Wolga dem Mississippi, England-Irland als (frühere) Halbinsel Neuschottland, Gibraltar der Landenge Darien, das Saharameer dem Antillenmeere.

Asien endlich, dessen Sibirien und Tiefländer unter Wasser standen, bot gleichfalls eine breite felsige Nordküste dar und hatte seinen Isthmus nach den Sundainseln — den Ueberresten eines gesunkenen Welttheiles — in der seichten Straße von Singapore.

Würde sich der Meeresboden der Sundainseln um einige hundert Met. heben, so wären alle Straßen und Sunde verschwunden und ein ganzer Erdtheil sichtbar. In Amerika dehnen sich die Hochebenen von Norden nach Süden aus durch alle Zonen hindurch. In Asien steigen sie in Stufen von Osten nach Westen nieder und folgen derselben Zone, erleichterten also die Völkerwanderungen. Ihren Mittelpunkt sollen diese Hochflächen in der Hochebene Pamir, „dem Dache der Welt", haben, von welchem Gebirge (Himalaja, Karakorum, Küenlün, Elbrus, Salomonsgebirge u. s. w.) nach allen Richtungen ausstrahlen parallel mit den Küsten der alten Meere. „Wo sich diese verschiedenen Gebirgswälle begegnen wie versteinerte Wogen, stürzen sie wie Brandungen über einander und thürmen sich da besonders hoch auf, wo Erd- und Gebirgsaxe sich kreuzen. Von diesen Kreuzungspunkten aus zogen die arischen Völker nach allen Richtungen."

Nach Peschel reichte Nordamerika weiter nach Osten vor, Europa aber bis Island und Neufundland. Als nun Rußland und Norddeutschland aus dem Meere emporstiegen, floß das Meer nach Westen ab und machte England sammt Irland zu Inseln. Dieselbe Wirkung hatte das Aufsteigen der Alpen, Apenninen und des Balkan; denn neben ihnen sanken die Tiefebenen ein zum Becken des Mittelmeeres, und hob sich der Boden des Saharameeres.

Den drei Paaren von Erdtheilen stellt Reclus ebensoviel Erdmeere zur Seite. Denn der Gürtel der polynesischen Inseln, welche Ritter die Milchstraße der Südsee nennt, reicht von den Philippinen quer durch den Stillen Ocean bis zur Osterinsel und theilt denselben in zwei Hälften, von denen jede ihr besondres Klima, ihre Strömungen, Winde und Wellenschläge hat. Eine ähnliche Scheidung hat das „tiefe gewundene Thal" des atlantischen Oceans von den Inseln des Grünen Vorgebirges bis zu den Antillen. Jede Hälfte besitzt gleichfalls besondre Strömungen und Winde, die südliche hat schwer zugängliche, hafenarme Ufer, einen sumpfigen oder sandigen Strand, keine Inseln und wird von kulturarmen Völkern umwohnt. Das Gegentheil findet amn in der nördlichen Hälfte: Halbinseln, Häfen, Industrie,

Handel und Kulturvölker. Die angrenzenden Länder sind der Schauplatz der Weltgeschichte.

Das indische Meer hat seine Nordhälfte verloren, als deren Reste Reclus die großen Binnenseen betrachtet. Indessen könnte man eine westliche (muhamedanische, semitische) Hälfte und eine östliche (indisch-mongolische) unterscheiden, deren Scheidelinien die Sundastraßen bilden.

Nach solchen Voraussetzungen von Urerdtheilen läßt sich die Verbreitung der gleichartigen Geschöpfe erklären; indessen besitzt man doch noch zu wenig Thatsachen, um jener Vermuthung mehr Vertrauen als das der Wahrscheinlichkeit schenken zu dürfen. Alle weiteren Folgerungen, daß z. B. in dem versunkenen Erdtheile um das Kapland die Heimat der Affenmenschen zu suchen sei, bleiben willkürliche Behauptungen.

Symmetrie und Harmieon der Gebilde der Erdoberfläche.

Verlassen wir indessen das Gebiet der Vermuthungen, geistreichen Auffassungen und Voraussetzungen, bei denen gewöhnlich ein unerwiesenes „Wenn" übrig bleibt, um uns auf den Boden der Thatsachen zu stellen. Man hat auf verschiedene Weise und in verschiedenem Interesse die Erde, ihre Berge und Flüsse gemessen, Seen gezählt, Inseln und Gebirge verglichen und ist zu der dem Gemüth wohlthuenden Ueberzeugung gekommen, daß überall Symmetrie und Harmonie zu finden sind und wir mit vollem Recht unsern Erdball in seiner Gliederung schön nennen dürfen.

Man hat Höhen und Tiefen gemessen und diese Zahlen zusammengestellt, um das Ebenmaaß in denselben zu finden, und hat dabei auch die Stellung sowie die Vertheilung der höchsten Berge mit einander verglichen, wobei man in der That zu überraschenden Ergebnissen kam. Der Montblanc, die Pyramidalspitze Europas, liegt der Ost- und Südküste nahe, da seine Abstufungen nach Westen und Norden viermal länger sind als die nach dem Mittelmeere, der Raum seines Umfangs das Maaß der Höhe um das Tausendfache übertrifft. Die Abhänge der Riesenberge des Himalaja (Everest) sinken schnell zum Gangesthal nieder. In Afrika und

Australien liegen die höchsten Berge auf der Ostseite, in Amerika (Orizaba, Popocatepetl, Tschimborasso, Pitschintscha, Eliasberg u. s. w.) auf der Westseite.

Solchen Erhebungen von 7—9000 Met. entsprechen die Senkungen auf dem Festlande nicht, denn nur der Kaspisee und das Todte Meer liegen unter dem Niveau des Mittelmeeres und bezeichnen die Grenze von Ureuropa. Auch in der Sahara hat man einige Einsenkungen gefunden, welche unter dem Mittelmeere stehen als Ueberreste der uralten Meerestiefe. Die übrigen Senkungen erreichen nicht diese Tiefe, da sich aber in ihnen Wasser und Feuchtigkeit ansammeln oder unterirdisch fließende Wasser leicht zu ergraben sind, so gestatten sie Pflanzenwuchs und werden Oasen. Man darf sich dieselben also nicht als erhöhte Inseln, sondern als Senkungen im Sandmeere vorstellen.

Humboldt übernahm die mühevolle Arbeit, die Volumenverhältnisse der Festländer, Meere u. s. w. zu berechnen. Festland nimmt nur den vierten Theil der Erdoberfläche ein, und die Länder der südlichen Erdkugel bilden den dritten Theil dieses Festlandes. Die alte Welt ist doppelt so groß als die neue. Denkt man sich das Meer abgelaufen, so würde man vom Festlande aus in eine Tiefe von 2—3000 Meter hinabblicken, auf welcher man wieder Unebenheiten, Hoch- und Tiefebenen, Thäler und Berge unterscheiden könnte. Die Insel Helena würde aus einer Tiefe von 7000 Meter als spitze Felsnadel aufragen, England, seine Inseln und Irland mit Frankreich zusammenwachsen und nur durch einen schmalen gewundenen Wasserstreifen von Norwegen getrennt sein. Denn es steht auf einem Plateau, welches nur 200 Meter tief unter dem Wasser liegt und viele Erhöhungen hat. Der Rand dieser Hochfläche sinkt dann plötzlich 2000—2700 Meter hinab auf der Westseite, im Kanal aber zieht sich eine Erhöhung hin, welche nur 90 Meter unter dem Meere steht, und den Kanal in zwei Längenthäler scheidet. Zwischen Calais und Dover beginnt der Kanal mit geringer Tiefe am Ufer, vertieft sich nach und nach, verflacht sich in der Mitte, wird dann wieder tiefer und endlich nach dem Ufer zu sehr flach. Im Allgemeinen würde der Meeresboden glatt und eben aussehn, weil die Wogen den Schlamm und das Geröll in die Niederungen schleifen und diese füllen, wogegen der Boden

nach dem Festlande zu sanft ansteigt in Folge der Anziehung. Diese verursacht sogar die wunderbare Erscheinung, daß das Meer am Ufer höher steht als im offenen Meere.

So groß uns auch die Unterschiede zwischen Festland und Meeresboden erscheinen, so verschwindend klein sind sie in der Wirklichkeit. Auf einer Erdkugel von einem Drittelmeter Durchmesser würde das Festland mit seinen Alpen, Himalaja und Anden nur die Dicke eines Firnißüberzuges haben. Zerkleinerte man die Festländer und verstreute sie gleichmäßig über den Meeresboden, so würden sie denselben nur um 1250 Meter erhöhen, das Meer aber noch 3—4000 Meter tief sein. Uebrigens hat man auch Senkungen und Aufwulstungen des Meeresniveaus bemerkt. Den Aequator umschlingt eine Einsenkung, unter dem 33. Grad nördl. Br. findet man die stärkste Aufwulstung, worauf das Meer wieder einsinkt, um sich unter dem 64. Grade wieder aufzuwulsten.

Was das Ansteigen des Landes vom Meere aus anlangt, so erfolgt es sehr langsam. Die Nordseeküste ragt wenig über das Meer empor und steigt nach Süden (Berlin 30 Meter, Dresden 90, Göttingen und Kassel 130—160, Ulm 370, Regensburg 362, Salzburg 452, Augsburg 475, München 538, Prag 179, Wien nur 133). Thüringen, Erzgebirge, Würtemberg, Baiern und Oestreich stehen 340—500 Meter über dem Meere, wogegen Böhmen ein tieferes geschlossenes Becken bildet. — Padua steht 11 Meter über dem Meere, Mantua 15, Verona 59, Mailand 120, Paris 26, Blois 102, Straßburg 144, Bourges 158, Metz und Lyon 160—162, Nancy 146, Lüneville 228, Kasan 18, Moskau 100, Perm 103, Katharinenburg 246, Smolensk 263 Meter. Die Lena sinkt von ihrer Quelle bis Irkutzk von 662 Meter auf 64, der Irtisch bis Tobolsk von 258 auf 35 Meter. Bengalen steigt bis Lahore 233, bis Delhi 252 Meter. Dagegen liegt Bochara etwa 370 Meter, Balk 546, die bucharische Wüste 587, Jerusalem 805, Eriwan 1075, Teheran 1222, Ispahan 1340, Schiras 1360, Tebris 1510, Erzerum 1660 Meter hoch über dem Meere.

Die Höhe der Bergspitzen beträgt in Deutschland 1100 bis 1600 Meter (Brocken 1140, Fichtelberg 1212, Vogesen 1260 bis 1430, Schwarzwald 1160—1490, Schneekoppe 1608), in Frankreich 1400—1880 (Jura 1400—1600, Auvergne 1460—1880), in Wales

und Schottland 1100—1350. Die Kjölen erreichen 3300 Meter, die isländischen Vulkane 1460—1730, der Vesuv 1184, der Aetna 3314, die Apenninenberge 2390, Sierra Nevada in Spanien 3600, der Athos in Thessalien 2066, der Balkan 2700—2900, die Pyrenäen 3000, die Südalpen 2000—4100, der Ural 2060 bis 2560, der Altai 2500—6200. Kamtschatka hat Bergspitzen von 4860 Meter, Australien von 1430—1980, die Hochalpen von 3790—4811 (Großglockner 3790, Orteles 3918, Jungfrau 4180, Finsteraarhorn 4326, Monte Rosa 4737, Montblanc 4811), die Atlasberge von 1440—3470. In Vorderasien steigt der Kasbek 5028 Meter, der Ararat 5220, der Elbrus 5620; in Indien die Ghats 1730, die Neilgherries 2560, die Himalajaberge 7800 bis 8556 (Tschumulari 7917, Dschaulagiri 8480, Kanchinjinga 8800, und Dhawalagiri 8556, der Everest 9070 Meter). Dagegen betragen die drei größten Meerestiefen:

9050	Meter	unter	32 ° 6 '	n. Br.	und	47 ° 71 ' w. L.
10689	„	„	31 ° 59 '	„	„	61 ° 3 ' „
14460	„	„	36 ° 49 '	„	„	39 ° 26 ' „

Man hat ferner auch die Vulkane gemessen, von denen die isländischen und italienischen die niedrigsten sind. Der Pitou de neige auf Bourbon mißt 3700 Meter, der Erebus im Südpolarmeere 3780, der Pic von Teneriffa 3710, die japanesischen 3700; dagegen der Mauna Roa auf der Sandwichsinsel 4141, der Popocatepetl 5400, die der nördlichen Anden eben so viel, der Cotopachi 5753, der Tschimborasso 6530, der Ocucagna 7070, der Illimani 7576, der Nevada de Sorada 7670.

Die Gebirgspässe liegen am Kaukasus 2450 Meter hoch, in den Pyrenäen 2500—3000, in den Alpen 1900—3400 (Brenner 1420, Col di Tenda 1745, Splügen 1925, Simplon 2005, Mont Cenis 2066, Gotthardt 2075, Kleine Bernhard 2192, Große Bernhard 2491, Furka 2530, Montblanc 2300—3420):

Bezeichnender ist die Stufenfolge der Hochebenen, wie sie Humboldt berechnet hat. Die Auvergne steht 340 Meter hoch, Baiern 507, Spanien 682, Mysore in Vorderindien 900—1000, Caracas 940, Algerien 800—1100, Persien 1170—1360, Popayan auf den südamerikanischen Anden 1754, Abessinien 1860, Südafrika 1950, Kaschemir 1640—1790, Kelat in Südiran 2530,

das Land zwischen Küenlüen und Himalaja 3500—3900, Quito 2900, Mexico 2280, Titicaca 3912.

Diese Zahlen bestätigen die früher ausgesprochenen Ansichten über die Umrandung der alten Meere und das Sinken der Länder nach dem atlantischen Meere zu. Faßlicher ist die Symmetrie in der Vertheilung der Seen als eingesunkener Becken innerhalb der Gebirgssysteme. Dasselbe Gesetz vergegenwärtigen die abgeschlossenen Wasserbecken, welche wir Binnenseen nennen. Am Großartigsten hat sich das System der Binnenseen, in welche Flüsse einmünden, in Asien entwickelt, wogegen in Nordamerika diese Seen ihre Abflüsse dem Meere zusenden, wie es auch in Binnenafrika scheint der Fall zu sein mit Ausnahme des Ngami. In Hochasien finden wir abgeschlossene Flußsysteme um die Seen der Mongolei und hohen Bucharei bis in die Nähe des Mittelmeeres. Dort kennen wir den Lop-, Tengri-, Koko-, Upsa-Noor, die persischen Steppen- und Wüstenseen, am Altai entlang den Baikal-, Balkasch und andre Seen, in Niedersibirien den Aral- und Kaspisee, in welche Oxus, Jaxartes, Wolga, Ural und andre große Flüsse münden, den Wan- und Urmiahsee bis zum Todten Meere, wo der Jordan erstirbt. Diese Seen bezeichnen uralte Bodensenkungen, von denen später die Rede sein wird.

Der nördliche Theil Nordamerika's ist so reich übersäet mit großen und kleinen Seen, daß man das ganze Gebiet die Seenplatte nennt, welche sich im Kleinen in Finnland, Rußland, Pommern u. s. w. wiederholt. Den kanadischen Seen entsprechen die russischen, den Seen der Hudsonsbailänder die finnischen und preußischen. Nach Süden zu werden Seen seltner uud finden sich nur am Fuß hoher Gebirge — vielleicht alte Gletscherwege, denen etwa die Seebecken der Felsengebirge entsprechen, welche freilich nur auf der Ostseite liegen, weil die Westseite ans Meer grenzt. Denken wir uns die Poebene als Meerbusen der Adria, so entsprechen die Seen am Nordfuße der Alpen denen am Ostfuße der Felsengebirge. Manche von ihnen scheinen Fjords gewesen zu sein.

Dem Tschadsee in Binnenafrika liegt der Nicaraguasee gegenüber; die Sahara nebst der Wüste Arabiens entspricht dem

Antillenmeere, und die Seen Hochafrikas liegen unter den Breitengraden der Seen und Flußquellen Südamerikas.

Daß auch in der Form der einzelnen Erdtheile eine Ebenmäßigkeit herrsche, erkannte schon Baco von Verulam, da ja ihre Halbinseln vorzugsweise gegen Süden gerichtet sind und sich nach dieser Himmelsgegend hin zuspitzen. Folgt man dem Zahlenverhältniß der Entfernung dieser Südspitzen (Kap der guten Hoffnung, Kap Horn und Kap von Tasmanien), so verhalten sie sich wie Sieben zu Acht und Neun. Dabei muß man freilich beachten, daß diese Kaps im Laufe der Zeit vielfach zertrümmert und zersplittert sind von den brandenden Meereswellen. Die gewundene schauerliche Schlucht der Maghelansstraße, in welcher fast täglich Stürme wüthen, trennt die Feuerlandsinseln — Brocken eines zertrümmerten Gebirges — vom Festland Patagonien. Vor dem Kapland Südafrika's liegt eine unterseeische Terrasse (Natalbank) vorgelagert, an welcher die Meeresströmung heftig brandet, und Tasmanien (Van Diemensland) darf man schon nach Cook's Beschreibung als ein abgerissenes Vorgebirge Neuhollands betrachten. Neben jeder dieser Festlandsspitzen befindet sich eine große Insel. Neben Kap Horn liegen die Falklandsinseln, neben dem Kap Südafrika's Madagaskar und neben Tasmanien das Inselpaar Neuseeland.

Um diese auffallende Erscheinung zu erklären, hat man verschiedene Theorien aufgestellt, namentlich die, daß von Süden her große Fluthen herangestürzt wären und das Südende der drei Erdtheile zerstört hätten (Cook, Forster, Ritter), woraus Pallas folgerte, daß die in Sibirien eingefrorenen Dickhäuter dorthin getrieben oder geschwemmt seien. Ja Adhemar wollte diese Vermuthung sogar zu einem allgemeinen Gesetz der Erdschwankung erheben, ward aber von Mädler gründlich widerlegt. Denn jene Thiere müssen in dem alten Sibirien gelebt haben, da man in den Falten ihrer Backzähne noch die Reste von Nadelholzblättern entdeckte und die im Eise aufgefundenen Exemplare zottiges Mähnenhaar tragen gleich denen, die im alten Mitteleuropa lebten, wie man aus den Abbildungen ersieht, welche die damaligen Höhlenmenschen auf Rennthiergeweihe einritzten.

Thatsache ist es, daß fast alle Erdtheile nach Süden zu in Halbinseln auslaufen, wie ein Blick auf die Landkarte zeigt.

Dabei entspricht das wenig gegliederte Hochland Arabien der ähnlich gestalteten Pyrenäenhalbinsel, das buchtenreiche Vorderindien dem schön geformten Italien, Hinterindien mit den Sunda-Inseln der inseln- und buchtenreichen Balkanhalbinsel, Kleinasien den britischen Inseln, denen auch ein andrer Erdtheil gegenüber steht. Die Felsenküste der Balkanhalbinsel hat fjordartige Einschnitte — lange Buchten mit schmalen Eingängen —. Die Buchten Spaniens bilden regelmäßige Kreisbogen, die italienischen vollständige Halbbogen, und selbst die Lage und Gestalt der Inseln entsprechen einander: Sicilien — Ceilon; Sundainseln — Kykladen und Sporaden; Bahrein — dalmatinische und ionische Inseln; Alaschka und Kamtschatka — Krimm. Nur wenige, abgerundete Inseln ragen ins Eismeer hinein, wobei sich manche Aehnlichkeiten der Lage und Gestalt auffinden lassen.

Wenn sich in der Gestalt der Erdtheile eine vorwaltende Form wiederholt, so muß dies einen Grund haben, welchen wir bis jetzt noch nicht auffinden konnten. Es finden sich aber noch mancherlei Zahlenverhältnisse, welche überraschen. Die beiden Amerika sind einander dem Umfange nach ziemlich gleich, dagegen ist Europa 4—5mal kleiner als Asien, 3mal kleiner als Afrika, Australien 6mal kleiner als Asien. Ueberblickt man aber den Gesammtgehalt der einzelnen drei Erdtheil-Paare, von denen wir bereits redeten, so gruppiren sie sich auf folgende Weise nach Reclus:

Asien hat	43,440,000	Kilometer Umfang,
Australien	7,700,000	" "
Afrika	29,125,000	" "
Europa	9,900,000	" "
Nordamerika	20,600,000	" "
Südamerika	18,000,000	" "

Demnach hat das Erdtheilpaar Asien-Australien 51 Millionen Kilometer, das andre Paar Afrika-Europa 39 Millionen und das dritte Amerika 38½ Millionen. Es sind neben der Hauptmasse als der Mittelmasse der rechte und linke Flügel ziemlich gleich. Dagegen hat man vom Mittelpunkt dieser Landmassen bis zum Meere fast gleiche Entfernungen, in Amerika etwa 3250 Kilometer (Nordamerika 1700, Südamerika 1500), in Asien-Australien 3390 (Asien 2400, Australien 990) und in

Afrika-Europa 2570 Kilometer (Europa 770, Afrika 1800). Es hat also Europa den nächsten Weg zum Meere, und diese Lage beeinflußt Europa's Kultur, macht es zum Lande der Schifffahrt, des Verkehrs und der Industrie.

Einfluß der Küstenentwickelung auf den Gang der Weltgeschichte.

Europa's Länder und Meere sind zu wechselnden Schichten geordnet, um einen ungeheuren elektrischen Apparat zu bilden, dessen Säuren, Metallplatten und Leitungsdrähte durch Meere, Länder und Luftströmungen ersetzt werden, sagt Reclus.

Wir wissen, daß Europa Schauplatz der Weltgeschichte ist insofern, als von diesem Erdtheile aus große Gedanken und umgestaltende Ideen ausgingen. In Asien spielt die Vorgeschichte, und die übrigen Welttheile treten erst in die Weltgeschichte ein, wenn sie mit Europa in Berührung kommen. Was wäre Amerika, Australien und selbst Asien ohne europäische Einwirkungen! Diese Thatsache drängt sich beim Ueberblick der Weltgeschichte auf, und Ritter fand den Grund dazu in der Küstenentwickelung und in der Vertheilung von Gebirgen, Ebenen und Flüssen. Das kleine Europa hat die meisten Buchten, Binnenmeere, Halbinseln und Inseln, ist also am vollkommensten gegliedert, und gestattet seiner Bevölkerung nach allen Seiten hin freien Verkehr. Westeuropa ist darin Osteuropa überlegen, und die Anwohner des atlantischen Oceans sind daher den Slaven der osteuropäischen Ebenen in jeder Beziehung voraus, oft auch bis zum Uebermaaß erregbar und veränderlich.

Europa hat trotz seiner Kleinheit im Verhältniß zu den übrigen Erdtheilen die längsten Grenzen, nach allen Seiten Ausgangs- und Eingangsthore, nähert sich mit seinen Inseln (Island, die Azoren) am meisten den andern Erdtheilen. Es hat nach Reclus

Europa	31,906	Kilom.	Küste,	also auf	289	□Kilomet.	1	Kilomet.
Nordamerika	48,230	"	"	" "	407	"	"	"
Australien	14,400	"	"	" "	534	"	"	"
Südamerika	25,770	"	"	" "	689	"	"	"
Asien	57,753	"	"	" "	763	"	"	"
Afrika	20,215	"	"	" "	1420	"	"	"

In derselben Reihenordnung wie diese Zahlen folgen die Völker der Erdtheile in Betreff ihrer Kultur auf einander, obschon hier auch noch andere Einflüsse und Bedingungen mit einwirken, namentlich die Vertheilung der Hoch- und Tiefebenen. Amerika ist im Westen auch wohl im Osten von Gebirgen umsäumt, zwischen denen ungeheure Flußebenen sich ausbreiten; welche in Südamerika einen größern Raum einnehmen als in Nordamerika, im Ganzen aber an Umfang den Hochebenen gleich kommen. Humboldt berechnete die mittlere Erhebung Nordamerikas auf 228 Meter, die von Südamerika auf 351 Meter; doch sind dies nur ohngefähre Abschätzungen.

Lange Zeit achtete man auf die Küstenentwickelung nicht, sondern begnügte sich, die Symmetrie der Ebenen und Flußläufe aufzusuchen. Die Hochebenen Asiens steigen in Stufen von Westen nach Osten empor, von Kleinasien also bis zur Gobi, und sinken von Tibet in Stufen nach den Niederungen Sibiriens und den Tundern (Ufersümpfen des Eismeeres) herab. Zwischen diesen Hochebenen sind Flußthäler eingesenkt, welche von Norden nach Süden oder umgekehrt gehn und in Meerbusen endigen. In China sind die großen Flußebenen gegen Osten gekehrt, und nur Westsibirien ist weites Niederungsland, in dessen Süden der Kaspisee die tiefste Stelle bezeichnet, da er gar tiefer als das nahe Schwarze Meer liegt. Die Plateaus (3—5000 Meter hoch) nehmen fünf Siebentel der Oberfläche Asiens ein, sind wie Westsibirien Steppe und zwingen die Bevölkerung zu einem nomadisirenden Leben. Dagegen forderten die fruchtbaren Ebenen zu festen Ansiedelungen, Industrie und Handel auf. Die Senkung des Bodens nach Westen und die bis nach Osteuropa vordringenden Steppen wiesen den Urvölkern bei ihren Wanderungen die Wege, wie die kleinen griechischen Inseln die Schifffahrt von Kleinasien und Egypten nach Griechenland erleichterten.

Das bergarme Australien scheint eine große Fläche zu sein ohne ausgebildete Flußsysteme, Binnenafrika aber ein Hochland, auf welchem hohe Gebirgszüge die Hochmulde der Binnenseen einschließen. Im langen Nilthale senkt Afrika sich nach Norden, im Nigerthale nach Westen und im Zambesithale nach Osten ab. Von allen Seiten steigt es in 3—5 Stufen nach der Mulde der Seen empor. In Europa überwiegt die Ebene bis zur Elbe,

schlingt sich um Norddeutschland an der Westküste Hollands, Belgiens und Frankreichs bis zu den Pyrenäen, und kleinere Niederungen ziehn den Po und die Donau entlang. Von Nowgorod bis Köln könnte man eine Eisenbahn legen, ohne je eines Tunnels zu bedürfen. Westeuropa wird nur von vereinzelten Bergreihen durchzogen, und Plateaus findet man nur in Spanien, in der nördlichen Türkei, Baiern und Schwaben. Die mittlere Höhe unsres Erdtheils schätzt man auf 205 Meter ab.

Eine weitere Symmetrie im Aufbau der Erdoberfläche liegt in der Vertheilung der Wasserbecken. In Asien entsprechen die großen Seen im Norden den Meerbusen des Südens, welche wieder mit dem Antillenmeere unter gleichen Breitengraden sich befinden. Die kanadischen Seen liegen den sibirischen, die südamerikanischen den südafrikanischen gegenüber. Die höchsten Berge befinden sich in der Nähe des Aequators und zwar in Asien nördlich, dagegen in Amerika südlich von demselben. Könnte man die Erdtheile ebenen, so würde Europa nach Humboldt 210 Met. hoch sein, Nordamerika 234 Met., dagegen Südamerika 380 und Asien 390 Met., so daß man auch hier ein Ebenmaß erkennt. Im Durchschnitt erreichen die Erdtheile nur 190 Met. Erhebung über das Meeresniveau. Das Tiefland Frankreichs steht 190 Met. hoch, ganz Frankreich 272, Deutschland 389 Met. hoch; die Alpen haben 934 Kilomet. Länge, die Kjölen 1800 Kilomet., die oberrheinische Tiefebene 270 Kilomet. Länge und 38—45 Kilomet. Breite, die Ebenen der mittleren Donau in Ungarn 300 Kilomet. Breite und 450 Kilomet. Länge.

Die Länder der östlichen und westlichen Halbkugel senken sich dem atlantischen Meere zu, wohin ihre großen Ströme rinnen. Es entsprechen sich Küsten, Seen, Buchten, Fjords, Halbinseln, Fischfang, Untiefen u. s. w. unter den nördlichen Breiten; die Flüsse Südamerika's und Westafrika's münden fast einander gegenüber, Suez und Nil gleichen Panama und Magdalenenstrom, das Grüne Vorgebirge dem Kap Roque, die Sahara den Steppen (Ljanos, Llanos) Venezuela's. Beide nördlichen Erdhälften senken sich mit ihren Flußläufen nach Norden und Westen, und zwischen beiden zieht sich im atlantischen Meere ein unterseeisches Plateau hin.

Die alte Welt dehnt sich von den Pyrenäen bis Japan von

Westen nach Osten aus und wies den Wandervölkern diese Wege zu. Amerika erstreckt sich von Norden nach Süden, liegt also den übrigen Erdtheilen quervor und erhält von beiden Seiten Einwanderer, eignet sich aber auch, weil es alle Zonen durchstreicht, zur Ansiedelung aller Pflanzen und Thiere der Erde. Dies hat große Bedeutung für die Geschichte der Menschheit und deren Zukunft. Die Länder der nördlichen Halbkugel reichen aus der kalten Zone bis in die subtropische hinein, die der südlichen aus der tropischen bis zur gemäßigten Zone. Die ungleiche Vertheilung der Landmassen bewirkt eine Verschiebung der Luft- und Meeresströmungen und einen großen klimatischen Gegensatz zwischen östlicher und westlicher Halbkugel. Stockholm und Petersburg liegen unter den Breitengraden der Südspitze von Grönland, der Baffinsbai und Kamtschatka; gleich liegen Labrador, London, Amsterdam, Hamburg, Ochotzk, ferner Neufundland, Paris, Peking; Philadelphia und Neuyork gegenüber von Lissabon und Neapel; Francisco und Japan, Californien, die Sahara und China u. s. w. Welche Gegensätze der Kulturgeschichte! Warum? An Ostamerika zieht der kalte Meeresstrom entlang, an Westamerika der warme, an Europa der Golfstrom.

Die sogenannte Gliederung der Länder und der Küstenentwickelung hat denkende Forscher vielfach beschäftigt, da sie das Gesetz derselben aufsuchten, z. B. Baco, Forster, Steffens, Dana u. A. Eine bessere Methode befolgten Humboldt, Ritter und Berghaus, indem sie die Verhältnisse der Küstenlänge zum Flächenraum der Länder berechneten, wobei sie zu überraschenden Aufschlüssen in Betreff der Geschichte der Völker gelangten. Ritter z. B. nennt Afrika einen Rumpf ohne Glieder, schwer zugänglich und für den Weltverkehr verschlossen, weil auf 550,000 Quadratmeilen nur 3500 Meilen Küste, also eine Meile Küste auf 152 Quadratmeilen Land kommen. Man kann sich also nicht wundern, daß Afrika mit Ausnahme der Mittelmeerküste ein geschichtsloser Welttheil ist.

Erst die neueste Geographie hat die überraschende Beobachtung gemacht, daß die Entwickelung der Völker zum Theil durch die Entwickelung der Küste bedingt wird, und daß die Inseln gewissermaßen die Stationen der Kolonisation und Kultur sind.

Berechnet man das Verhältniß des Flächenraumes zu der Küstenlänge, so kommt eine Meile Küstenlänge auf 37 Quadratmeilen in Europa, auf 56 in Nordamerika, auf 73 in Neuholland, auf 94 in Südamerika, auf 105 in Asien und auf 152 in Afrika. In diesen Zahlen spricht sich der Grad der Zugänglichkeit der Erdtheile aus; man erkennt in ihnen die Gebiete der Landwege und des Karawanenhandels im Gegensatz zu Fluß- und Seewegen. Die besonderen Berechnungen Humboldt's, Ritter's u. A. führen noch zu manchen Nebenbeobachtungen.

Europa hängt in Rußland auf einer Strecke von 360 Meilen mit Asien zusammen, wogegen die Landenge von Suez nur 37—50 Meilen breit ist. Demnach beträgt die Gesammtmasse von Asien-Europa an 970,000 Quadratmeilen, und kommt auf 80 solcher Meilen eine Meile Küste. Denkt man sich aber die Inseln und Halbinseln Europas abgetrennt, so bleibt als dessen Rumpf ein Dreieck von etwa 75,000 Quadratmeilen übrig, der also um 10,000 Quadratmeilen kleiner ist als die Glieder. Es ist aber jede Seite unsres Erdtheils verschieden von den andern ausgezackt und gegliedert. Im Norden hat Europa 780 Meilen Küstenlänge, im Westen 1820 und im Süden 1700. Auf das 360 Quadratmeilen große Griechenland kommen 130 Meilen Küste. Man erkennt in diesen rein geographischen Verhältnissen das starrkonservative Rußland, das bewegliche Westeuropa, das noch beweglichere Südeuropa und das unruhige Griechenland. Indessen kommen hierzu noch die Einflüsse der Hochebenen, der Gebirgsrichtung und Gebirgsart, der Flüsse und des davon abhängigen Klimas, um weitere Rückschlüsse auf das Geschichtsleben zu machen.

Messen wir Asien und scheiden den Rumpf von den Gliedern, so fallen auf jenen 655,000 Quadratmeilen, auf diese 155,000 Quadratmeilen, und hat der ganze Koloß nur 7700 Meilen Küstenlänge. Die Halbinseln weisen nach Süden, so daß der Erdtheil von der Seeseite her zugänglich ist, und von dort aus auch von Europäern beherrscht oder beeinflußt wird. Kleinasien ist von der Westküste aus zugänglich und lockte erobernde Griechen hinüber, wogegen später Türken von Kleinasien her nach der Donau hinübergingen.

Zweites Kapitel.

Die erdbildenden Mächte und das Erdinnere.

Neptunismus.

„Das Leben unsres Planeten beruht wie jedes andre Leben in Gegensätzen, die sich zu steter Harmonie vereinigen, indem sie sich nach obwaltenden Bedingungen verändern. Die Festländer, Meere, Gebirge, Halbinseln und Atmosphäre, jeder Fluß, jede Meeres- und Windströmung können als Organe unsrer Erde betrachtet werden. Wir lernen die Physiologie unsres Erdballs erst kennen, wenn wir jene Organe in ihrer Thätigkeit beobachten, ihre lebendigen Wirkungen und Gegenwirkungen studiren."
Reclus.

In der Einleitung wurde erwähnt, daß man einseitig bald das Wasser, bald das Feuer als erdbildende Macht annahm, bis man sich gezwungen sah, beide als gleichzeitig oder abwechselnd wirkende Kräfte anzuerkennen. Stimmführer in diesem Streite waren besonders die Engländer (Lyell, Darwin, Dana u. A.), von denen de la Bèche unparteiisch das Für und Wider jeder Ansicht aufzählt, wodurch man Einsicht gewinnt in das allmälige Werden und Umwandeln der Erdoberfläche.

Man hat Grund, als richtig anzunehmen, daß alle geschichteten Steine, alle Sand- und Kalksteine und alle solche, welche Versteinerungen enthalten, im Wasser entstanden. Ueber das Wie sind die Ansichten verschieden, weshalb de la Bèche seine Aufmerksamkeit darauf wandte, die Thätigkeit der Verwitterung, Auswaschung, des Zu- und Abschwemmens festzustellen, denn unausgesetzt verändert das Wasser die Oberfläche der Erde.

Wasser zersetzt, löst auf, leitet neue chemische Verbindungen ein, schwemmt die Steintrümmer fort, um sie irgendwo abzusetzen und durch Druck umzugestalten, Sandsteine, Conglomerate, Schiefer, Thone, Kalke u. s. w. zu bilden. In den Kalksteinen des Harzes und Nassau's hat man Reste von Korallen und Weichthieren gefunden und hält sie also für Umgestaltung uralter Korallenkalke. Da unter den Tropen Hitze und tropische Regen schnelle Fäulniß bewirken, so erzeugt die Kohlensäure hier viel kohlensauren Kalk. Auf Jamaica hüllt der Roaringfluß, der nach einem Wasserfalle durch einen Wald fließt, die unteren Theile der Bäume in Kalk ein und muß oft die Richtung seines Laufes ändern, weil seine eigenen Anhäufungen ihm den Weg sperren. In den Kalktuffen Italiens, aus welchen man Tempel erbaute, findet man Seemuscheln, deren Arten noch im nahen Meere leben, und an Karamaniens Küste hat der kohlensaure Kalk die Gerölle zu einem Conglomerat verbunden. Namentlich geht die Zersetzung an den Stellen rasch vor sich, welche bald trocken, bald unter Wasser liegen, wie es bei Ebbe und Fluth der Fall ist. Auch die Luft ist rastlos thätig an der Zerstörung der Gesteine, indem sie dem Wasser vorarbeitet, demselben das Eindringen und Zerkleinern erleichtert. Denn Luft entzieht den Gesteinen gewisse Stoffe, lockert dadurch deren Bau und beschleunigt das Zerfallen derselben. Auf diese Weise entsteht die Verwitterung der Gebirge und des Steinbodens der Wüste. Regen und Bäche schwemmen hierauf die Steintrümmer von den Bergen herab. Wo man daher Geröll und Geschiebe auf Ebenen findet, da muß vor Zeiten Wasser gestanden haben und kann die Ebene nur der Boden eines abgelaufenen Sees oder ein verlassenes Flußbett sein, namentlich wo die Geschiebe schichtenweise über einander lagern. Einst sperrte die Dranse mit solchem Geröll ihr eignes Bett ab, so daß sich ihr Thal in einen See von einer halben Meile Länge verwandelte, dessen Wassermenge man auf 800 Millionen Kubikfuß berechnete. Als man dem aufgestauten Wasser durch einen Kanal einen Abzug verschaffte, floß es mit solcher Gewalt ab, daß es ungeheure Steinblöcke fortwälzte.

Alle Bäche und Flüsse, welche ins Meer gelangen, bringen dorthin die Trümmer der Berge ihres Ursprungs, und man kann

sagen, daß die Berge sich fortwährend auf der Wanderung nach den Meerestiefen befinden. Noch großartiger ist die Zertrümmerung der Meeresküsten durch den Wogenschlag, Ebbe und Fluth, Brandung und Sturmfluthen. Die Ufer werden zerstört, ihre Trümmer fortgeschleppt oder von andern Orten Gerölle herbeigeführt uud abgesetzt. Ein aufmerksamer Beobachter hört selbst bei geringer Brandung das Reiben und Mahlen an steinigen Küsten, gegen welche die Wogen das Geröll andrücken und sich desselben als Mörserkeulen bedienen, um das Ufergestein zu zerkleinern.

Von Flüssen und Meeren werden ungeheure Schlamm-, Sand- und Geröllmassen hin und her geschafft, welche zu Boden sinken und Sedimente (Ablagerungen) bilden, welche durch den Wasserdruck und chemische Einwirkungen zu sedimentären Gesteinsschichten sich verdichten und verkitten. Werden diese Ablagerungen dann beim Rücktritt des Wassers oder durch vulkanische Kräfte gehoben, so treten sie als mächtige Gebirge an die Oberfläche, und die Urgesteine feiern gewissermaßen in den sedimentären ihre Auferstehung. Der Nil z. B. erhöhte Egypten bereits um 6 Fuß, schuf das Delta und schiebt die Küste weiter ins Meer hinaus. Viele Küsten sind mit Strandseen bedeckt, d. h. mit Ueberresten des Meeres an der vorrückenden Küste. „Wo die Sedimente eine leicht geneigte Ebene bilden, da trennt die Brandung die leichteren Stoffe und trägt sie mit sich fort, so daß ein ganzer Distrikt von Sandbänken entsteht, welche Lagunen (kleine Wasserbecken) einschließen. Endlich werden diese Becken ausgefüllt, das Ufer rückt vor, der Meeresboden wird seichter und zu Thon." Das adriatische Meer reichte früher bis Adria, im 12. Jahrhundert war es 10,000 Meter zurückgewichen. Nach Cuvier's Berechnung rückte die Landzunge der Poarme früher alle Jahre um 25 Meter vor, in den letzten Jahrhunderten um 70 Meter.

Rechnet man hierzu noch die Ablagerung von Stoffen verwester Pflanzen und Thiere, die Muschellager u. s. w, so findet man es begreiflich, daß sich nach und nach Kalk- und Muschelschichten von 2000 bis 10,000 Fuß Höhe bilden. In Irland bedecken Moore $5^1/_2$ Mill. Morgen und sind 10—40 F. tief. In einem derselben fand man in einer Tiefe von 16 F. ein Haus von 12 F. Länge und 9 F. Breite mit einem Dache von

Eichenplanken, einen gepflasterten Weg, einen kohlenbedeckten Heerd und Eichenstumpfe in der Nähe. Lyell schätzt den „schrecklichen Sumpf“ in Karolina auf 10 Meilen Länge, 8 Meilen Breite und 15 Fuß Tiefe, das offene Wasserbecken in der Mitte auf 1½ □Meile, und der Mississippi setzt jährlich 287 Mill. Kubikfuß Treibholz an.

Die Kieselsäure und der Kalk, welchen die Flüsse ins Meer führen, werden von mikroskopischen Kiesel- und Kalkthierchen aufgesaugt, welche daraus Korallenriffe und Koralleninseln zu Tausenden bauen, oder ihre Leichen lagern in einer Höhe von 10—15,000 F. übereinander und verkitten durch den thierischen Stoff verwesender Muscheln zu besondern Gesteinarten. Fast alle Halbinseln Floridas bestehn aus Korallenriffen, und Neuhollands Ostküste ist von einem Korallenwall von etlichen hundert Meilen umgeben. In diesen Thierchen werden gewissermaßen die Gebirge des Festlandes lebendig.

Siau beschreibt die Arbeit der Korallenthiere: „Einige setzen sich familienweise an dem Meeresboden fest auf einem Gestein, welches von Wellen nicht getroffen wird. Jede Familie baut einen abgesonderten Höcker, welcher durch die Arbeiten vieler Generationen 6—9 F. hoch wird. Diese Höcker verbinden sich oft und lassen nur selten einen Zwischenraum, in welchen dann Korallentrümmer vom Meere eingeschwemmt werden. Auf dieser Grundlage bauen neue Familien andere Schichten; auf die zweite folgt eine dritte, vierte, fünfte u. s. w. von unregelmäßiger Dicke, bis endlich ein Riff fertig ist von 600—6000 Fuß Breite und ⅛—4 Meilen Länge, welches nach außen 100—200 Faden Tiefe hat, nach innen 60—120 Fuß. Die Brandung bricht hier und da Stücke ab, vermengt sie mit Sand, und das verwesende Thier dient als Kitt für diese Masse, bis der Bau das Wasser überragt und Insel wird. Butes fand lebende Korallenthiere 18 Zoll über Wasser, so daß sie nur von der Fluth noch konnten erreicht und durchfeuchtet werden.“

Das Wasser wirkt auch als Schnee und Eis umgestaltend auf die Erdrinde ein, wie dies später ausführlicher wird nachgewiesen werden.

Am Großartigsten wirken die Gletscher, auf denen sich Millionen von Steinblöcken ansammeln und sich forttragen lassen.

Diese Steinmassen reiben den Boden und die Wände des Gletscherbettes glatt und schieben diese abgeriebenen Steinbrocken als Moränen vor und neben sich her. Fallen die Gletscher beim Abbrechen am Ende ihres Thales ab und ins Meer, um als Eisberge davon zu schwimmen, so schleppen sie ungeheure Steinmassen mit sich, welche da, wo die Eisberge schmelzen, zu Boden sinken und sich zu Bänken ansammeln, wie z. B. auf den sogenannten Fischergründen neben Neufundland. Forbes maß einige solcher Gletscherblöcke, welche 23 Fuß hoch, 17 Fuß breit, 3½ Fuß dick waren und als Gletschertische auf einer 13 Fuß hohen Eissäule ruhten; andre waren gar 100 Fuß lang und 40—50 Fuß hoch.

Solche Blöcke bedecken den Saum Norddeutschlands bis nach Rußland hinein auf einer Strecke von 500 Meilen Länge und 100—200 Meilen Breite. In Nordamerika reichen sie bis zum 40. Grad und manche Blöcke liegen 1000—1500 Fuß über dem heutigen Meere. In Patagonien fand Darwin erratische Blöcke 17 Meilen weit vom Gebirge ihres Ursprungs in einer Höhe von 400—6400 Fuß über dem Meere; jenseits der Magelhansstraße liegen sie 30 Meilen entfernt von ihrem Ursprunge, und ein solcher Stein in Feuerland, welchen er maß, hatte 47 Fuß Umfang. Welche Veränderungen müssen also hier stattgefunden haben, um große Steinmassen so weit fortzuschaffen vom Gebirge!

Dem Wasser und Eise muß man daher eine erdumgestaltende Macht zuschreiben, indem sie zerstören und neu schaffen. Da weiter unten vom Wasser und seinen Wirkungen auf die Gestaltung der Erdoberfläche ausführlich die Rede sein wird, so brechen wir dieses Kapitel hier ab, um bei der entgegen stehenden Ansicht länger zu verweilen, welche uns auch mit der Beschaffenheit des Erdinnern bekannt zu machen bemüht ist. Bereits wurde erwähnt, daß zuerst Leopold v. Buch gegen Werner's neptunistische Theorie, welcher er bisher anhing, Zweifel aussprach, als er den Pic von Teneriffa und andere Vulkane genau untersucht hatte. Er schrieb das Entstehen der krystallinischen Gesteine dem im Erdinnern vermutheten Feuer zu, erklärte Gebirge und Seebecken für Wirkungen vulkanischer Kräfte und wußte eine Menge Thatsachen auf so einfache Weise zu erklären, daß nun der Vulkanis-

mus als die vorzüglichste umgestaltende Macht angenommen wurde. Es war ja so leicht, bei jeder Bodenanschwellung unterirdische Dampfkräfte als Hebemaschinen sich zu denken, bis Bischof die bescheidene Frage aufwarf, welche ungeheure Kraft dazu gehöre, um die Kjölen, Anden u. s. w. emporzuheben. Wo bleiben denn diese Kräfte, wenn das Gebirge sich nicht mehr hebt? Auch milderten Lyell, Cotta u. A. Buch's Ansicht von ruckweisen Hebungen und Senkungen dahin, daß sie behaupteten, diese müssen allmälig und in langen Zeiträumen vor sich gegangen und von Kräften bewirkt sein, die heute noch in derselben Weise thätig sind. Die Chemiker endlich verwerfen die ganze Theorie, beschränken sich auf die einwirkende Thätigkeit des Wassers und lassen Dämpfe und vulkanische Kräfte nur zu Zeiten mit eingreifen in die Umgestaltung der Erdoberfläche.

Thatsachen des Vulkanismus.

Die Neptunisten sind also wohl berechtigt, dem Wasser einen mächtigen Antheil an der Ausbildung der Erdoberfläche einzuräumen, sie verfahren nur darin einseitig, daß sie das Wasser als einzige Macht betrachten und die Thatsachen unbeachtet lassen, welche die Vulkanisten für die Einwirkung des Feuers und der durch dasselbe erzeugten Wasserdämpfe sammelten.

Seit Buch und Humboldt auf solche Thatsachen verwiesen, machten einige Geologen ein besondres Studium aus der Beobachtung und Untersuchung der Vulkane, deren Chronik dann Hoff u. A. verfaßten. Zunächst erkannte man an, daß im Erdinnern ungeheure chemische Prozesse vor sich gehn, da die Vulkane außer Wasserdampf auch schwefelige Säure, Schwefelwasserstoffgas, Salz- und Kohlensäure u. s. w. ausstoßen, wie Bunsen durch seine Analysen nachwies. Da von den Vulkanen des Weiteren die Rede sein wird, so sei hier nur bemerkt, daß die Forscher über manche Erscheinungen bei Vulkanen sehr verschiedener Ansicht sind. Daubeny z. B. bezweifelt, daß Gase sich entzünden, Pilla dagegen will aus dem Vesuv violettes Licht haben aufsteigen sehn, und Dana wie Abich beobachteten an der als dünne breiige Masse aus kleinen Oeffnungen emporsteigenden Lava, daß sie

Wasserdämpfe einschließt, welche beim Entweichen, wenn der Brei erkaltet und verschlackt, Höhlungen und Blasenräume zurücklassen.

Am Lehrreichsten für solche Beobachtungen sind die Vulkane der Insel Hawaii, der Mauna Loa und Mauna Kilauea, welche Dana sorgfältig studirte. Sie sind an 14,000 F. hoch, bilden drei Gipfel und eine Menge Krater, welche theils bewaldet, theils von öder Lava bedeckt sind. An Krater Kilauca, der 5 Meilen von der Spitze des Loa entfernt steht, beobachtete Dana das Entstehen einer Lavasäule. Das flüssige Gestein ward in Sprudeln und kleinen Kaskaden aus kleinen Oeffnungen 40 F. hoch emporgeschleudert und erhöhte beim Niederfallen die Umgebung des Kraters. Die Säule selbst entstand aus ausgeworfenen und über einander fallenden Tropfen, die sich an einander hingen und in Folge der Abkühlung verlängerten. Den Krater selbst beschreibt Ellis:

„Dieser steht auf einer von steilen Abhängen begrenzten Hochebene, die mit losen Steinen und vulkanischen Felsstücken überdeckt ist. Er bildet einen halbmondförmigen Abgrund von 1/2 Meile Länge, 1/4 Meile Breite und 800 Fuß Tiefe. Den Boden bedeckt ein brandendes, furchtbar aufkochendes Lavameer mit hin und her rollenden glühenden Wellen. Es erheben sich darin 51 kegelartige Inseln von verschiedener Gestalt und Größe mit eben so viel Kratern, von denen 22 fortwährend graue Rauchsäulen oder Pyramiden von leuchtenden Flammen ausstoßen, und mehrere von ihnen ergießen aus ihrer Mündung zu gleicher Zeit Lavaflüsse, die in flackernden Strömen über ihre gezackten Seiten in die kochende Masse hinabrollen. Die Seiten des Abgrunds sinken 400 Fuß senkrecht hinab zu einer weiten horizontalen Terrasse von fester schwarzer Lava, und steigen dann noch 400 Fuß tief allmälig bis zum brennenden See hinab. Die steilen Kraterseiten bestehn aus dem kahlen Fels von über einander gelagerten horizontalen Schichten, die einige Zoll bis 30 Fuß dick, sehr zerspalten, zerrissen und oft säulenartig geformt sind.

„Offne Räume oder Höhlen und zackige Oeffnungen trennen oft die benachbarten Schichten und vermehren den zerrissenen Charakter der Oberfläche. Die Breite der schwarzen Terrasse mißt 1000—3000 Fuß und der untere Krater ist von vertikalen,

deutlich geschichteten Mauern umgeben, welche von zahlreichen Spalten durchschnitten sind. Das Südwestende bildet ein isolirtes ovales Becken mit einem kochenden See. Den Rest des Bodens bedeckt ein festes Lavafeld mit zwei kochenden blutrothen Pfuhlen an der Ost- und Westseite, die wie ein Kessel in fortwährendem Kochen begriffen sind und sprudelnd Gluthmassen aufstoßen. Am Rande des untern Kraters hört man nur dumpfe Gurgeltöne aus den Lavapfuhlen, bisweilen aber auch ein Getöse wie Musketenfeuer, welches allmälig verhallt und zu einem Murmeln wird als das erstickte Rauschen der kochenden Flüssigkeit. Dichte weiße Dämpfe steigen zierlich aus manchen Theilen der schwarzen Lavaebene auf, und die Pfuhle kochen ohne besondre Aufregung. Die über der kochenden Oberfläche spielenden Sprudel spritzen 30—40 Fuß hoch empor und fallen dann in den Pfuhl oder auf dessen Rand nieder. Bisweilen wird das Kochen lebendiger, die Kessel rinnen über, die glühenden Strudel fließen nach entfernten Theilen des Kraters ab, beruhigen sich dann und kochen mit dem gewöhnlichen dumpfen Murmeln."

Der runde Loakrater hat 8000 Fuß Durchmesser, senkrechte, 500—800 Fuß hohe Wände und besondre Ausbrüche, obschon er an demselben Bergzuge 10,000 Fuß tiefer liegt. Seine Lava rinnt durch einen Kraterspalt oder unterirdischen Kanal ab und Erdbeben sind selten, da beim Lavaausbruch der Berg berstet in kleine Spalten, die sich nach Bedarf vermehren. Im Jahre 1840 floß die Lava wochenlang bis ins Meer, bedeckte 3 □Meilen Land und enthielt eine Masse von 15,400 Mill. Kubikfuß, in welcher sich oft haarförmiges Glas findet. Dieses bedeckt die Lava dicht unter dem Winde und liegt wie gemähtes Gras in parallelen Fäden, deren Spitzen vom Kessel hinweg zeigen. Es entsteht durch die vom Sprudel ausgeworfene Lava, indem Luftströme die Fäden spitz ziehn. Das schwere Ende zieht diese zur Erde herab, denn jede Faser ist von einer kleinen Kugel beschwert, welche von dem Lavasprudel durch die Winde fortgetragen wird. Diese Glasfäden nennt man Pela's Haar. Damals ging die Lava durch einen Wald und schloß Bauminseln von 100 Morgen ein, die zum Theil fortlebten und ihr Laubwerk unverletzt behielten. Am unteren Ende des Lavastromes waren die Wälder mehr zerstört als am oberen; ein cylindrisches Loch voll Holz-

kohle bezeichnete die Stelle eines verzehrten Baumes, am Rande des Lavastromes aber standen unversehrte Bäume mitsammt ihren Schmarotzerpflanzen. Lavamassen waren an den Zweigen haften geblieben und hingen wie Stalaktiten herab, ohne die Baumrinde zu verletzen. Die Einwirkung der Hitze, welche die Gluthmassen hätten ausströmen sollen, muß demnach eine sehr geringe gewesen sein und widerspricht den Feuersbrünsten, welche Lavaströme anderwärts verursachten.

Genaue chemische Analysen machen es wahrscheinlich, daß jeder Vulkan seine besonderen Auswurfsstoffe hat, von denen oft große Massen vorhanden sind. Basalte bedecken in Indien einen Raum von 40,000 □Meilen, bauten in Irland den Riesenweg, anderwärts bilden Basaltsäulen ganze Berge, und bei Baku ist auf einem Raume von fast $^1/_2$ □Meile der Boden so reich an brennbarem Gase, daß es aus jedem Loche hervorbricht, welches man in den Boden stößt. Manche Vulkane sind erloschen, andre nach langer Ruhe wieder thätig geworden, andre seit 2500 Jahren thätig, der Monte Nuovo bei Neapel 1528, der Jorullo in Mejico 1759 entstanden, andre ganz oder zum Theil eingestürzt. Als der Monte Nuovo entstand, sank der Boden zuerst ein, dann hob er sich 440 Fuß hoch und in dem 420 Fuß tiefen Krater fließt eine Quelle von 66° C. Die Indigo- und Zuckerplantagen, aus denen der Jorullo aufstieg, hoben sich blasenartig 524 Fuß hoch, warfen Tausende von 6—10 Fuß hohen Kegeln auf, welche man Oefen (Hornitos) nennt und sechs große Massen stiegen 300—1600 Fuß empor. Der Papandeyang auf Java sank 1772 zusammen und dabei versank ein Raum von $5^1/_2$ Meile Länge und $1^1/_2$ Meile Breite mit 40 Dörfern.

Die Vulkane schaffen aus dem Erdinnern große Massen von Lava, Asche und Gasen heraus, wandeln Gesteinarten um und erzeugen neue, verursachen Erderschütterungen, heben ganze Gebirge und weite Landstrecken oder lassen dieselben sich senken und erregen an den Küsten heftige Brandungen. Nach Lyell hob sich 1822 die Küste von Valparaiso (50,000 Kubikmeilen) 4 Fuß hoch, wie man aus den abgelagerten Algen- und Muschelbänken ersieht. Die Erdoberfläche ist daher in steter Umwandlung begriffen. Aus dem Erdinnern steigen große Massen auf, werden zu Gebirgen, verwittern und werden ins Meer geschlemmt,

dessen Boden sie erhöhen. Dabei unterscheidet man plötzliche Hebungen oder Senkungen und stetige langsame (seculäre).

Zu dieser Erkenntniß führten die drei 40 Fuß hohen Säulen von Pozzuoli (Puteoli), die etwas geneigt stehenden Reste eines Serapistempels bei Bajä in der Nähe von Neapel. Bis 12 Fuß sind sie glatt und unversehrt, dann 9 Fuß lang von Bohrmuscheln besetzt, deren Artenverwandte noch im Meere leben, so daß das Ufer 20—30 Fuß unter Meer gesunken sein muß und mit ihm der Tempel. Dessen Boden steht 1½ Fuß unter dem Meere, und ein alter Mosaikboden noch 6½ Fuß tiefer. Der Tempel erhielt 80 J. v. Ch. ein Mosaikpflaster, welches damals 12 Fuß höher stand als 1838; 100 J. n. Chr. stand es nur 6 Fuß über dem Meere, im 4. Jahrh. demselben gleich und vor dem Aufsteigen des Monte Nuovo 19 Fuß unter dem Meere. Labbaye bemerkte, daß an der sechsten Säule der Brücke des Caligula in Pozzuoli, 4 Fuß über dem Meere, eine Linie von Bohrmuscheln sich findet, an der zehnten Säule gar 12 Fuß hoch über dem Meere, wogegen jetzt die Säulen des Tempels des Neptun und der Nymphen 5 Fuß unter der Meeresfläche stehn. Man fand auch römische Straßen unter dem Meere bei Pozzuoli, Sorrento und Bajä. Der Palast des Tiberius auf Capri ist vom Meere bedeckt, wogegen an einer andern Insel Bohrmuscheln 32 Fuß über dem Meere zu sehen sind, was Labbaye durch Zusammenziehn und Ausdehnen der Gesteinschichten zu erklären sucht. Der Boden von Pozzuoli muß also um 28 F., die Küste bis Miseno um 15—20 F. geschwankt haben.

Aehnliche Beobachtungen machte man in Schweden. Ein Stein am Meeresufer von Scania näherte sich von 1744—1836 dem Meere um 100 Fuß. Bei starkem Winde fließt Meerwasser über einige Straßen von Malmö und bei 8 Fuß Tiefe fand man ein altes, bereits erhöhtes Pflaster. Zu Ystadt steht gleichfalls eine Straße bereits im Niveau des Meeres. Dagegen stieg die Insel Bornholm seit dem 16. Jahrh. in 100 Jahren um je 1 Fuß. Pingel fand, daß an Grönlands Küste Häuser unter Wasser stehn, am Julianshaab werden die Grundmauern eines Magazins von 1776 nur noch zur Ebbezeit gesehn und an andern Orten sanken Winterhäuser und Anlegepfähle für Kähne ins Meer. Am Mittelmeerufer ist ein alter Steinsarg bis Drei-

viertel seiner Höhe von Bohrmuscheln besetzt, und unterseeische Wälder und Marschen sind an englischen und schwedischen Küsten aufgefunden. Bei Greifswalde, Usedom und Kolberg stehn Tannen- und Eichbaumwurzeln im Meere und dazwischen liegen Menschen- und Thierknochen oft 48 Fuß tief. In Wales grub man aus Meeressand Baumstämme und Knochen von Urochsen aus, an andern Orten Rhinozeros- und Hyänenknochen, wogegen an andern Stellen Meeresboden zu Dünen von 30—40 Fuß über Hochwasser wurde, ja in einer Höhe von 80—400 Fuß hat man alte Strandlinien entdeckt.

Demnach darf man den Vulkanen eine Theilnahme an der Umgestaltung der Erdoberfläche nicht absprechen, und Vulkanisten gründen auf solche Thatsachen ohne Weiteres die Entstehung von Gebirgen. Denn sie stellen die Theorie auf, daß sich die Erde, als sie eine feurig-flüssige Masse war, an der Oberfläche nach und nach abkühlte, dabei natürlich sich zusammenzog, so daß die umschließende Erstarrungskruste Risse, Sprünge und Spalten erhielt. Aus diesen Spalten wurden bei der Verengung der harten Kruste feurigflüssige Massen herausgequetscht, stiegen also empor, erstarrten, zogen sich zusammen, wobei Risse, Klüfte und Schluchten entstanden, welche der Regen zu Thälern auswusch. Bei dieser Zusammenziehung der erstarrenden Massen mußten in Folge des Drucks Faltungen entstehen, deren Gesetze Hall an Tuchballen studirte. Rogers erkannte diese rein mechanischen Faltungen der sich ringelnden Erdrinde in den Alleghanies wieder, welche einen Raum von etwa 40,000 □Meilen bedecken, und aus fünf Streifen bestehen, die von Nordost nach Südwest streichen.

„Die Schichten dieser Gürtel (Faltenstreifen) sind in sehr dicht gedrängte Falten gerunzelt, die sich fast ausschließlich nach Südwesten in Winkeln neigen. Im dritten Gürtel sind die Schichten weniger zusammengedrückt und stehn an der nördlichen Seite fast senkrecht. Die Entfernung dieser Falten, welche man bis über den Golfstrom hinaus verfolgt hat, beträgt $^1/_2$ bis 2 Meilen, dann erweitern sie sich in breiten symmetrischen Schwingungen.“ Aehnliche Faltungen wiederholen sich in der Jura, im rheinischen Schiefergebirge unter mancherlei Krümmungen der einzelnen Streifen, wobei sich in den Falten Stein-

kohlen ablagerten. Nach de la Bèche entstanden viele andre Faltungen durch den Seitendruck der aufspaltenden und dann beim Zusammenziehn sich verengenden Spaltungen der Erdkruste, wobei breiartige Massen krystallinischer Gesteine herausgepreßt wurden, deren Bruchlinien man Verwerfungsspalten nennt. Hopkins studirte dieselben und hält Dämpfe für die bewirkenden Kräfte, die an Spannung verschieden waren und daher stärker oder schwächer wirkten, je nachdem die Cohäsionskraft der breiigen Massen Widerstand leistete.

Diese Theorie scheint sehr einfach; man ist aber trotzdem bei der Anwendung auf Gebirgssysteme in Verlegenheit gekommen, weil die verschiedenen Gesteinsarten scheinbar regellos über und neben einander sich ablagerten. Noch schwieriger ist es, sich das Entstehen der Metalle zu erklären, welche man für chemische Niederschläge in Spalten und Höhlungen zu halten pflegt, wobei natürlich Wasser einwirkte. Elie de Beaumont weist 19 chemische Elemente nach, aus denen sich die Erzgänge und Ganggesteine herstellen lassen, wogegen Fox die Erzgänge in Cornwall nach elektro-magnetischen Gesetzen entstehen läßt, weil salzhaltige Wasser elektrisch wirken. Beaumont dagegen sagt: „Die Mineralsubstanzen sind nicht nur im Allgemeinen flüchtig, sondern machen auch viele von denen, mit welchen sie sich verbinden, gleichfalls flüchtig, wie dies bei vulkanischen Ausströmungen und Mineralgewässern sich zeigt", und Becquerel wies durch Experimente nach, daß für unlöslich gehaltene Substanzen krystallisiren, wenn die elektrische und chemische Thätigkeit langsam vor sich geht und die Bestandtheile Zeit haben, sich nach Krystallisationsgesetzen zu lagern. Neue chemische Thätigkeiten können dann die gebildeten Mineralien wieder zerstören.

Wir sehn also, daß da, wo man meint, den Zustand der Dinge erklärt und begriffen zu haben, sich Zweifel erheben lassen, und müssen uns daher hüten, ausgesprochene Erklärungsversuche oder unsre Vorurtheile für ausgemachte Wahrheiten zu halten' wie es so oft geschieht und die Lernenden irre führt. Wir wollen als Beispiele der Anwendung vulkanischer Theorien nur Desor und Peschel anführen, müssen dabei aber betonen, daß es eben nur geistreiche Theorien sind.

Desor's und Peschel's Theorie von der Entstehung der Alpen und Inseln.

Die Alpen sind von tüchtigen Forschern bereist und untersucht, trotzdem kann man deren Bildung noch nicht auf befriedigende Weise erklären, weil das Alpensystem ein sehr verwickeltes ist, da verschiedene Gesteinsarten neben, zwischen und durcheinander lagern. Um ein Beispiel von der Schwierigkeit solcher Untersuchungen zu geben, fügen wir Desor's Theorie ein.

Die Alpen bestehen aus Formationen, welche zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen entstanden sind, daher eine lange Zeitdauer voraussetzen. Nach Peschel sind die Festländer älter als die Gebirge, welche sich auf den Ebenen erhoben, um denselben Schutz, Mannichfaltigkeit u. s. w. zu verleihen. Schweben Landstriche in die Meerestiefe nieder, so bleiben ihre Bergrücken als Inseln über derselben stehen, wie man das sinkende Neu-Caledonien als den Uferrand eines alten Welttheils auffassen kann. Peschel sucht die Aehnlichkeit Dschilolo's mit Celebes dadurch zu erklären, daß beide im Sinken begriffen sind und Dschilolo bereits weiter untertauchte. Später wird auch das sinkende Borneo dieselbe Gestalt annehmen. An solchem Aufsteigen und Sinken haben auch die Alpen Theil genommen, die letzten Gebilde des werdenden Europa's. Bald waren sie vom Meere überfluthet, bald von Savannen und Moräften bedeckt, deren verkohlte Reste uns die Steinkohlen liefern, worauf sie wieder sanken, um sich nach Jahrtausenden so hoch zu erheben, daß sie zur Eiszeit von Gletschern starrten, Rennthierheerden das Moos abweideten, denen unter milderen Temperaturverhältnissen das Mammuth, der Pfahlbautenmensch, die Moorkuh folgten. Heer hat diese Veränderungen der Schweiz sehr anschaulich beschrieben, so weit sie sich aus Knochen und Pflanzenresten und der Aufeinanderfolge der Gesteinsarten folgern lassen.

Zur Zeit der Pfahlbaubewohner trugen die Alpen ein andres Aussehn als zur Zeit der Römer, und gegenwärtig sind sie wieder andre als zur Römerzeit, wie die Ueberreste von Pflanzen, Thieren und Menschen beweisen. Im Uranfange bestanden die Alpen aus einzelnen Inseln, zwischen denen sich Geröll und Schlamm ablagerten und in solcher Menge anhäuften, daß sie

für diese Inseln das Bindemittel wurden, um sie zu einem Kettengebirge zu vereinigen. Als das ganze Gebirge endlich fertig war, hatten die Ostalpen, als die Uranfänge des ganzen Systems von Bergreihen, bereits gealtert. Aus Gletscherthälern wurden Seen, aus diesen wieder Flüsse, welche die Thalwände abnagten und durch chemische Einwirkungen neue Gesteine erzeugten.

Die Alpen selbst sind also nicht fix und fertig aus der Meerestiefe aufgetaucht, sondern begannen mit vereinzelten Inseln und Klippen, an deren Ufern sich Buchten und Sümpfe bildeten, deren Pflanzen beim Absterben in Mulden geschleppt wurden von den Strömungen, wo sie sich unter gewissen Verhältnissen in Steinkohlen umwandelten. Im langsamen Wechsel schritt das Urmeer vor und zurück, brachte neue Thiere und Pflanzen hervor, während die alten zu Grunde gingen in dem Grenzkampfe zwischen Land und Meer. Dies dauerte bis zur Periode der Triasformation, in welcher ein neues Festland sich zu bilden begann und das gemeinsame Meer schied. An der Nordseite häuften sich neue Ablagerungen an, worauf eine theilweise Senkung eintrat und eine Meerenge zwischen dem heutigen Coni und Barcelonette das Nord- und Südmeer verband, die Thierwelt der Eocänperiode zu beiden Seiten der Alpen gedieh. Noch tiefer sank das neue Land zur Molassezeit, denn deren Ablagerungen bedeckten den beiderseitigen Saum. Mit den heftigen Meeresströmungen wurden ihre Gerölle und Conglomerate tiefer ins Land hineingeführt, wobei Seewasser oft mit Landwasser und brackigen Küstensümpfen wechselte. Die ebene Schweiz und das bairische Hochland erhielten sich über Wasser, als das Pliocänmeer die heutige Poebene überfluthete. Erst in der Tertiärzeit hob sich das Alpengebirge mehr und mehr; es entstanden Faltungen und Ueberstürzungen, Mulden, Längen- und Querrisse, bis zur Eiszeit sich Berghänge und Thäler mit Gletschern füllten, welche so hoch stiegen, daß sie die heutigen Alpenpässe bedeckten, wie ja manche Gletscherschliffe 3—6000 F. über der heutigen Thalsohle stehn, namentlich im Engadin, wo Berge bis zum Gipfel abgeschliffen sind. Da man unter und über den Steinkohlen erratische Blöcke findet, d. h. Steine alter Gletscher, so müssen die Gletscher wiederholt vorgerückt und zurückgewichen sein, was

Escher von der Linth mit dem Vorhandensein und dem Verschwinden des Saharameeres in Verbindung bringt, welches feuchte Sommer und gelinde Winter verursachte.

Peschel's Theorie von der Küsten- und Inselbildung.

Die Besonnung wirkt stets zerstörend auf das Festland. Nach Livingstone zerfallen in Südafrika Felswände unter der ausdehnenden Sonnenhitze, auch Fraas sah concentrische Schaalen der Kieselgebilde bei hoher Sonnenwärme zerspringen. Solche Einwirkungen erleidet der Meeresboden nicht, gestattet daher gleichmäßige Niederschläge, wogegen nur an seichten Meeren die Küsten abgerieben werden. Wo Gebirgsreihen sich hoben, bildeten sich Faltungen, und jüngere Gebirge erhoben sich nur am Ufer von Seen (Felsengebirge, Anden, Alpen, Himalaja). In den ältesten Zeiten waren Vogesen, Schwarzwald, Jura, Kaukasus u. s. w. solche Meeresufer, das heutige Rheinthal von Basel bis Mainz ein Meerbusen des Kreidemeeres, das Ebrothal eine Meeresbucht u. s. w.

An diese Gebirge, meint Peschel, lagerten sich festländische Hochlande an, welche steil nach dem Meere abfielen, wogegen die Gebirge mit dem andern Fuße auf trocknem Land standen, weil hier Knochen von Pferden, Büffeln, Antilopen, Nashörnern u. s. w. liegen, wie man am Himalaja sie versteinert über der Schneelinie findet. Die Festländer wachsen von innen nach außen, indem sie Küstenstreifen an Küstenstreifen ansetzen. Indessen sind die Ansichten über das Wachsen und Abnehmen der Küsten noch verschieden. Dana meint, das Erdinnere sei eingetrocknet und bewirke dadurch Falten der Erdrinde, Bischof erklärt das Wachsen als Folge der auftreibenden Kohlensäure, welche Gneise und Granite um 30—65 %, Feldspathe und Basalte um 100 % und noch mehr aufbläht, wenn Meerwasser durch Spalten ins Gebirge dringt. Herschel ist der Ansicht, das Festland habe durch Abreibung der Ufer und die ins Meer geführten Ablagerungsstoffe das Gleichgewicht verloren, so daß der schwere Meeresboden den flüssigen Brei des Erdinnern herausquetschte und zu Gebirgen emporpreßte, um das Gleichgewicht herzustellen. Hopkins

folgert aus dem Vorrücken der Tag- und Nachtgleiche und aus der Schwankung der Erdachse, daß die Erdrinde um $^1/_4$—$^1/_5$ des Erdhalbmessers dick sein müsse, wogegen Lyell das flüssige Erdinnere nahe unter der Erdrinde vermuthet und Desor die Hebungen durch Druck von unten erklärt.

Peschel nimmt die Verbreitung von Pflanzen und Thieren zu Hilfe, welche nicht über weite Meere stattfinden konnte, um das Vorhandensein alter Erdtheile und das Entstehen vieler Inseln nachzuweisen. Tasmanien und Papusien waren Halbinseln Neuhollands, welches im Osten bis zum Barrierenriff reichte, ja bis Neu-Caledonien sich ausdehnte, da dieses nur Fledermäuse als Urbevölkerung von Thieren besitzt. Japan war mit dem malayischen Indien verbunden, Australien als Heimath der Beutelthiere mit Urasien, von welchem als Halbinseln damals Borneo, Java, Sumatra und Malakka ausliefen. Sibirien stand damals bis zum Altai unter Wasser, welches im Baikalsee einen Fjord, im Kaspisee und Schwarzem Meere seine Westbuchten hatte. England und Irland hing als Halbinsel an Europa und reichte bis zu den Faröer, Island und Grönland zogen sich bis Nordamerika hin, indem der nordatlantische Ozean in zwei Armen, östlich und westlich von Island, durchging. Spanien hing mit Afrika zusammen, ein Stück Mittelmeer war Tiefland, doch bestanden schon die vulkanischen Inseln Westafrika's. Dagegen schob sich Amerika von dem älteren östlichen Rande nach dem jüngeren westlichen vor; denn die Alleghanies sind älter als die Felsengebirge, die Gebirge Guiana's und Brasiliens älter als die Anden, die jüngsten Gebilde der Erdrinde. Dagegen reichte Nordamerika bis zu den Bermudas, hat daher viele Fjords, und dringt das Meer tiefer ein. Gegenwärtig wird Neu-Schottland zur Insel werden wie Anticosti und Neufundland. Die Inseln Mittelamerika's sind uralt, doch stand Panama unter Wasser, weshalb Südamerika Thiere und Pflanzen alterthümlicher Art hat, Nordamerika dagegen modernere. Der Süden und Osten Südamerika's ist zertrümmert und von Fjords zerschnitten, weil das Land sinkt, so daß Untiefen den alten Uferrand anzeigen. Die Amazonenmündung entstand durch einen Meereseinbruch nach Agassiz's Untersuchung; im Ganzen behauptet sich an der Westküste das Land, nimmt aber an der Ostküste ab.

Auch die Inseln haben ein Gesetz ihrer Entstehung und dienen als Stationen für die Wanderungen der Pflanzen, Thiere und Menschen. Da alle Festländer nach Süden sich zuspitzen, „so muß die Hebung der gegenwärtigen Weltinseln von einem Kerne ausgegangen sein, der nach Norden und Süden fortschritt. Dabei ging die Hebung vom Trockenen aus und setzte sich unter das Meer fort.“ (Peschel.) Alle hohen Inseln des Ozeans sind vulkanisch oder stehn auf vulkanischem Boden, Koralleninseln bezeichnen sinkendes Land. Englands Thiere und Pflanzen sind europäische, stammen also vom Festland, und die Meerstraßen sind so seicht, daß eine Dorfkirche den Kanal überragen, der Straßburger Münster aus der Nordsee herausschauen, wie der Stefansthurm zur Hälfte aus der Sunda- oder Torresstraße aufragen würde. Eine 4 Meilen breite Straße von 100 Faden Tiefe trennt Australien von den Sundainseln, die 210 F. tiefe Baßstraße scheidet es von Tasmanien, und die Beutelthiere wie Wolfmilchsgewächse Europa's lassen einen Zusammenhang mit Australien vermuthen.

Küsteninseln entstanden durch Hebung oder Senkung der Küste, die Nordpolarinseln sind getrennte Stücke eines Festlandes, Südasiens Inseln sind der Rand eines alten Festlandes, die malayischen, griechischen, dänischen und westindischen Inseln stehn auf seichtem Boden. Die Koralleninseln der Südsee, von denen viele wegen des Sinkens verlassen wurden, folgen in parallelen Zügen einer allgemeinen Richtung und bezeichnen den Rücken eines gesunkenen Gebirges, die vulkanischen Inselschnuren desselben Meeres dagegen sind nach dem Ozean zu gewölbt, und dieser Wölbung ihres Bogens entspricht ein ins Festland einschneidender Golf. An Afrika's und Amerika's Küste liegen sich vulkanische und Koralleninseln gegenüber, zwischen Madagaskar und Australien giebt es nur Koralleninseln mit Ausnahme der Doppelvulkane S. Paul und Amsterdam. Nach Thieren und Pflanzen zu urtheilen, reichte Madagaskar über die Maskarenen, Seychellen und Malediven bis Ceylon und Celebes — das Halbaffenland —, da nach Ritter und Tenneet Ceylon nie zu Dekan gehörte. Es sind die Falklandsinseln losgerissene Stücke Südamerikas, da sie patagonische Thiere und Pflanzen besitzen. Anticosti entstand zur silurischen Zeit, weil ihm Frösche und Schlangen fehlen, und

Australien reichte über das langsam abwärtsschwebende Neu-Caledonien hinaus bis Neu-Seeland, den Louisiaden, den Macquarieninseln, Tasmanien und Papusien. Das Kapland war damals ein besondres Land, welches nach und nach zu Binnenafrika anwuchs, wie Hooker behauptet.

Thiere und Pflanzen verbreiten sich von einem Mittelpunkte aus wandernd, fliegend und schwimmend und werden auf Inseln artenarm. Winde, Vögel und Strömungen unterstützen diese Verbreitung. Daher sind die Südseeinseln arm an Amphibien, reich an Vögeln. Insekten haften an Vögeln und Pflanzen und wandern daher weit, denn Parry fand an Polarküsten Fliegen und Bienen. Je nach der Reihenfolge der Thiere muß nach Wallace sich Java von Borneo, dann Banka von Malakka, hierauf dieses von Borneo und endlich von Sumatra getrennt haben, kann England erst nach der Eiszeit Insel geworden sein, weil nicht alle Festlandspflanzen das Inselklima vertragen. Die Antillen sind uralte Inseln, Neu-Seeland ist älter als Tasmanien, da es nur 2 Fledermausarten und altmodige Bäume hat, und eine der ältesten Inseln ist Irland, wo Hase, Eichhorn, Maulwurf, Murmelthier und Hausmarder fehlen, wo es nur 5 Arten Reptilien giebt von den 11 Arten Englands. Australien muß die älteste Weltinsel sein, da es 102 Arten Beutelthiere, nur Zahnlose, Nagethiere und Fledermäuse besitzt, wogegen Hufthiere und Zahnlücker fehlen.

Der Riesenvogel Dudu ward von den Maori ausgerottet, welche die Maoriratte mitbrachten. Diese unterlag der normannischen, die auf europäischen Schiffen mitkam, aber von der europäischen Maus vertilgt ward. Die neuseeländische blaue Schmeißfliege mußte der europäischen Hausfliege weichen, welche man daher in Schachteln und Flaschen als Jagdthier verschickt, und das einheimische Farrnkraut nebst andern Gewächsen wird von europäischem Klee, Kuhgras, Saudistel, Wasserkresse, Stechapfel, Senf, Ampferkraut u. s. w. unterdrückt.

Auf die weitere Ausbildung der Erdoberfläche wirkten dann Regen und Wärme ein. Denn je nach der Vertheilung des Regenfalls innerhalb der Jahreszeiten entstehen Wald oder Steppe. Steppen bezeichnen in der alten Welt das Bett des trocknen Nordpassates; sie erscheinen da, wo nasse und trockne Jahres-

zeiten sich scheiden, also innerhalb des Wendekreises und in der tropischen Zone. Nur an den Flußrändern wachsen in ihr Bäume und in den Pampas der Laplataländer, nicht aber in den Ljanos Venezuelas, in den Campos geraes Brasiliens, in den Savannen und Prärien des Mississippithales, wo Trockenheit und wolkenloser Himmel fast das ganze Jahr walten. Wüsten endlich sind die Rinnsale der Nordostpassate.

Australien als regenarmes Land besitzt Steppen und Wüsten wie Afrika, wo Winde aber auch Regen für Wälder herbeiführen, der grasbedeckte Boden weniger die Hitze zurückstrahlt, so daß sich Regenwolken bilden. In Asien vertheilen sich Wüste, Steppe und Wald, denn die vorherrschende ostwestliche Richtung seiner Südküste gegenüber dem indischen Ozean unterbricht das Wehen des continentalen Passatwindes und bewirkt im Innern der erhitzten Ländermasse einen aufsteigenden Luftstrom, in dessen Lücken sich ein regenbringender Südwestmonsun hineinstürzt. Von den vorliegenden Gebirgsmauern werden die Wasserdünste dieser Luftströmung aufgefangen, so daß in Asien die Wüsten auf einen centralen Streifen beschränkt bleiben, der sich nach Osten verengt. Europa endlich ist Waldland, und dem schlechten Wetter verdankt es seine Gesittigung, denn es hat zu allen Jahreszeiten Regen, daher Wälder, Wiesen, Felder, Obst, Getreide und herbe Beeren.

Wenden wir uns nun wieder zu dem Vulcanismus zurück, so geben die Laven, Asche und heißen Quellen Veranlassung, das Innere der Erde kennen zu lernen. Wir legen zunächst Thatsachen vor, um später die Erklärung derselben folgen zu lassen.

Die Wärme des Erdinnern.

Jahrtausende haben die Menschen die Erdrinde bewohnt und deren Oberfläche durchwandert, da tauchte endlich die Frage auf, wie es denn unter ihren Häusern und Füßen aussehen möge. Denn Erdbeben, Laven und heiße Quellen ließen vermuthen, daß man feurige Massen unter sich habe. Ein Wißbegieriger verlangte daher, man solle das Geld, welches der Bau der hochragenden Thürme koste, darauf verwenden, ein Loch mitten durch die Erde zu bohren, damit man doch die Unterwelt zu sehn be-

komme. Wenn es blos auf das Geld ankäme, so ließe sich der Vorschlag wohl ausführen. Aber unsre tiefsten Bergwerksschächte reichen wenig über 3000 Fuß hinab, weil es dann unerträglich heiß wird, der Mangel an atmospärischer Luft und Sonnenlicht dem weiteren Tiefergraben Schranken setzt. Trotzdem verzagte der erfinderische Mensch nicht; machte das Thermometer zum geschwätzigen Kammerdiener, welchem er die Geheimnisse der Herrschaft abfragte, und verließ sich aufs Rechnen. Fourier hielt die Erdwärme für ein Ueberbleibsel der ursprünglichen Wärme, Poisson dagegen behauptete, die Erde sei vollständig erstarrt, und ihre Wärme stamme aus dem Weltraume, den sie früher durchlief, de la Rive suchte ihre Ursache in chemischen Prozessen. Dagegen ist nachgewiesen, daß die Sonnenwärme nur 20—30 Meter tief in den Erdboden eindringt, von da ab nimmt die Erdwärme regelmäßig zu. Wie hoch diese Wärme steigt, daß ist freilich nicht zu bestimmen, eben so wenig aber auch die Temperatur des Weltraumes, welche Fourier auf 50—60°, Pouillet auf 142°, Poisson auf kaum 13° Kälte abschätzen. Manche Bodenarten sind 20—30° wärmer als die Luft; im Polarmeere schmilzt in der Sonne das Pech an den Schiffswänden, in Sibirien der Schnee auf dem Dache, während im Schatten eine Temperatur von 25—38° Kälte herrscht, und Herschel berechnet, daß die jährliche Sonnenwärme eine Eisschicht von 25¾ Met. Dicke schmelzen kann. Auf der Erde schwankt die Temperatur um 120°, denn es kommt Hitze von 60° und mehr und ebensoviel Kälte vor. In den Hudsonsbailändern steigt die Kälte über 50, die Hitze über 40°, in Khiwa folgt auf eine Winterkälte von 43° eine Sommerwärme von 46°. Wenn auch die Temperatur der gemäßigten Zone sich binnen 2000 Jahren nicht verändert hat, so beweisen doch die Pflanzen- und Thierreste aus früheren Erdperioden, daß das Klima einzelner Länder ein ganz andres gewesen ist, als Grönland z. B. Palmen trug, Mitteleuropa zur Eiszeit von Gletschern starrte. In der Polarzone und hohen Gebirgen thaut der Boden nur wenige Fuß tief auf und bleibt unter dieser Schicht 50—500 F. tief gefroren, und doch haben Quellen zu Irkutzk 3° Wärme bei einer Lufttemperatur von Nullgrad, und auf dem Grunde tiefer Seen und Meere ist das Wasser kälter als an der Oberfläche. Auch Gletschereis drückt

die Bodentemperatur herab, wie sich umgekehrt in „Eishöhlen oder Eisgrotten“ (in der Baune bei Besançon, im Jura und Savoyen und im Schafloch am Thunersee) das ganze Jahr Eis erhält, weil die kalte Luft dieser tief sich einsenkenden Höhlen nicht ausströmen kann. Dagegen strömt aus dem stark zerklüfteten Gestein der Wetterlöcher oder Windhöhlen kalte Luft, weshalb man sie in Italien als Weinkeller, in der Schweiz als Milchkammern benutzt.

Solche und ähnliche Beobachtungen führten auf die Frage, wie es denn im Innern der Erde aussehn muß, ob sie eine ebenmäßig gefüllte starre Kugel ist, oder nur eine feste Kruste um den feurigflüssigen oder dampfgefüllten innern Raum trägt. Zunächst suchten Astronomen diese Frage zu beantworten, indem sie aus dem Umschwunge und der Schnelligkeit der Erddrehung deren Schwere berechneten und daraus folgerten, mit welchen Stoffen sie könne gefüllt sein. Wie bereits erwähnt, muß nach den Ergebnissen der Pendelschwingungen die Erde über 4mal, nach den Berechnungen mit Hilfe der Drehwage über 5mal dichter als Wasser, ihr Inneres mit schwerstem Metall gefüllt sein, wogegen aber viele andre Beobachtungen sprechen.

Denn vielfache Beobachtungen scheinen zu beweisen, daß die Wärme um so mehr zunimmt, je tiefer man in die Erdrinde eindringt, daß sich also im Erdinnern ein Centralfeuer befinden, Metalle und Gesteine feurigflüssig, wenn nicht gar in Gas verwandelt sein müssen. Dem entsprechen die Ergebnisse der Spectralanalyse, der zu Folge alle Sonnen feurigflüssige Massen sind, welche eine Atmosphäre von glühenden Gasen umgiebt, in welcher Metalle und Mineralien in Gasform schweben. Steigen diese Gase so hoch, daß sie sich etwas abkühlen, so verdichten sie sich und erscheinen als Sonnenflecken. Brodelt aber irgendwo die feurige Körpermasse heftig auf, so nennen wir diese besonders grell schimmernden Stellen Sonnenfackeln. Auch Erde und Mond sollen solche Gluthkugeln gewesen sein, ehe eine abgekühlte Kruste die Gluthmasse überzog, weil kleinere Körper früher erkalten als große. Zöllner folgert aus dem Licht der Mondpole, daß es dort Eis und Schnee giebt, und Klein vermuthet, die uns abgewandte Mondhälfte müsse ein großes Meer enthalten. Schmidt in Athen will den Ausbruch eines Mondvulkanes und dessen

Lava gesehn haben, also müßte auch der Mond einen feurig-flüssigen Kern enthalten.

In Folge dieser Vermuthungen gesteht man dem Erdball nur eine dünne feste Kruste zu, wie etwa eine Schale das Ei umschließt. Es berechnete Cordier die Dicke der Erdrinde auf 14 Meilen und meinte, daß sie jedenfalls unter dem Aequator dünner sei als an den Polen. Hopkins dagegen behauptet, die Erdkruste müsse 172—215 Meilen dick sein, und in ihr liege in höher gelegenen Becken die Lava. Auch Beaumont u. A. nehmen an, daß zwischen dem festen Erdkerne und der Erdrinde Lavabecken seenartig eingebettet stehen, woraus Spiller folgert, daß die Lava bei gewissen Schwankungen der Erde gleich der Ebbe und Fluth ausfließe und ihre Spritzwellen aus Vulkanen als Lava ausschleudre.

Während in den Bergwerken mit der Tiefe auch die Wärme zunimmt, vermindert sie sich in der Tiefe der Seen und Meere, und in den Polargegenden, welche dem Erdkerne näher liegen als die Tropenzone, steigt die Kälte auf 56—64 Grad. Thatsache ist es, daß unter dem warmen Golfstrome auf dem Meeresboden kühleres Wasser fließt, welches der kalte Polarstrom sendet. Da aber das Meer im Durchschnitt 6—10,000 Fuß Tiefe hat, so müßte der Meeresboden wärmer sein als die Oberfläche des Festlandes, weil er dem warmen Erdinnern um $^1/_2$ Meile näher liegt als die Erdoberfläche. Müßte sich das untere Meerwasser nicht am meisten erwärmen und die Hitze nach oben verbreiten, bis sie in allen Meeren eine gleichmäßige wird, da ja die innere Erdwärme unausgesetzt einwirkt? Noch fehlt es an einer befriedigenden Antwort auf diese Frage.

Beobachtungen in Bergwerken haben nachgewiesen, daß die Wärme der Erdrinde mit der Tiefe zunimmt, und zwar im Durchschnitt bei je 100 Fuß um 1 Grad. Nach diesem Gesetz muß bei 10,000 Fuß Tiefe Wasser sieden und jede heiße Quelle aus dieser Tiefe stammen. Da nun solche Quellen mit großer Heftigkeit aufsteigen und sich unterwegs abkühlen, so mögen sie an 20,000 Fuß unter der Erdoberfläche entstehen. Denn der Geysir hat an der Austrittsstelle 84 Grad Wärme, bei 22 Meter Tiefe bereits 127 Grad, kühlt sich also sehr stark ab.

Nimmt also die Wärme nach dem Erdinnern hinab stetig zu, so müßte sie im Mittelpunkt der Erde 250,000 Grad erreichen, also jeder Stoff der Erde Gasform annehmen. Denn Roheisen schmilzt bei 1915 Grad, Platin bei 2534, und die besten Hochöfen können nur eine Hitze von 2850 Grad erzeugen. Bei 450,000 Meter muß daher in der Erde Eisen und Gestein schmelzen, bei $2^1/_2$ Meile Tiefe Wasser sich in Dampf verwandeln, bei 6 Meilen Tiefe Alles in feurig-flüssigem oder gasförmigem Zustande sich befinden. Dem widersprechen aber die mathematischen Gesetze der Erdumdrehung, welche vermuthen lassen, daß im Erdinnern die schwersten Massen ruhen. Die Erde kann nicht leichter sein, als sie wirklich ist, mithin muß die Wärmezunahme irgendwo eine Grenze haben. Entsteht sie durch chemische Prozesse in Folge des einsickernden Wassers, so würde die Wärmequelle der Erdoberfläche nahe liegen. Die Laven scheinen hierfür zu sprechen, da Wasser entschieden mitwirkt.

Die Schmelzhitze der Lava beträgt in runder Summe 2000 Grad, und da diese durch Wasserdämpfe aus meilengroßer Tiefe gehoben wird, so muß sie am Ursprunge noch heißer sein und etwa 9 Meilen unter der Erdrinde entstehen, ihre Aufsteigröhren also so tief hinabreichen. Da sich dies mit andern Beobachtungen nicht gut vereinbaren läßt, so vermuthet man, daß die Erdrinde nicht überall gleich dick ist, sondern hohle Zwischenräume einschließt, welche sich mit feurigflüssiger Masse füllten und Feuerseen bilden. Berücksichtigt man die Gesetze der Schwere und die Wirkungen der Schwankungen der Erdachse, sowie das Hin- und Herrücken der Tag- und Nachtgleiche, so muß man folgern, daß die Erdrinde eine Dicke von 216 Meilen hat. Spiller u. A. sind daher der Ansicht, daß die Erdkruste auf der innern Seite sehr uneben ist, indem an dem Gewölbe Zacken, Vorsprünge u. dgl. hängen, die, wenn sie abbrechen und in das Feuermeer unter ihnen stürzen, Erdbeben verursachen. Dazwischen befinden sich abgeschlossene Blasenräume, in denen feurigflüssige Massen sich ansammeln und durch die Abzugsröhren der Vulkane abfließen.

Solche Untersuchungen führten zu der Frage: Wo stammt die Wärme der Erde her, von der Sonne oder aus dem Erdinnern? Die Erde wird das ganze Jahr von der Sonne beschienen, wenn auch mit abwechselnder Kraft und Zeitdauer.

Auch nimmt die Besonnung je nach den Breitengraden ab und zu, so daß die Temperatur und Luftwärme eine schwankende wird. Trotzdem empfängt die Erdoberfläche alljährlich eine Menge Sonnenwärme, welche in dieselbe bis zu einer gewissen Tiefe eindringen muß, wenn auch des Nachts und im Winter ein Theil wieder verloren geht, indem die kalte Luft Wärme aufnimmt.

Es kam also darauf an, genau festzustellen, wie weit und in welchem Maße die Wärme in die Erdrinde eindringt. Zunächst untersuchte man die Temperatur ausfließender Quellen und fand, daß sie höher steht — und sei es nur um einen Grad —, als die Mitteltemperatur des Ortes, wo die Quelle zu Tage tritt. Bischof sagt daher mit Recht, daß eigentlich alle Quellen warm müßten genannt werden, und Charpentier nennt auch die kalten Quellen schwache Thermen, welche also aus warmen Tiefen emporsteigen. Denn unter allen Breitengraden giebt es warme, sogar heiße Quellen, mithin muß es eine allgemeine, überall wirkende Ursache geben, welche die Wasser des Erdinnern erwärmt. Die heißen Quellen befinden sich in der Nähe vulkanischer Heerde, weshalb man muthmaßt, daß das Wasser dort erhitzt wird. Die anderen Quellen aber müssen in Folge der Erdwärme eine höhere Temperatur annehmen, als sie die Luft besitzt.

Ganz besonders sprechen hierfür die artesischen Brunnen, jene tiefen gebohrten Quellen, welche man zuerst in der französischen Provinz Artois grub, nach welcher sie den Namen „artesisch" erhielten. Solche senkrechte Bohrlöcher treibt man an jenen Stellen ein, wo man unter der Erddecke das Vorhandensein von Wasserbecken und Wasseradern vermuthet. Denn es giebt unterirdische Seen und Flüsse, in denen sich das in die Erde einsickernde Regen- und Schneewasser sammelt, sobald es auf Thon- und Mergelschichten gelangt, welche kein Wasser durchlassen. Auch befinden sich im Erdinnern Blasenräume, Höhlen und Röhren, in denen Wasser zusammenfließt und sich nach oben einen Ausweg sucht, weil das Wasser gleiches Niveau erstrebt. Selbst Gesteine sind voll feiner Ritzen und Spalten, in denen das Wasser in die Tiefe schlüpft. Je tiefer es eindringt, mit um so größerer Gewalt bricht es an jenen Orten hervor, wo es einen Ausgang findet. Zu Bruck bei Erlangen z. B. stieg ein solcher erbohrter Springbrunnen, der 442 Fuß tief war, 70 Fuß hoch

empor, bei Tours ein anderer 60 Fuß, der in Grenelle gar 86 Fuß. Weil man die Tiefe der artesischen Brunnen kennt, so läßt sich auch die Zunahme ihrer Temperatur nach der Tiefe berechnen. Dabei kommt man zu dem überraschenden Ergebniß, daß die Wärme des Wassers unter allen Breitengraden mit der Tiefe gleichmäßig und in übereinstimmenden Zahlenverhältnissen zunimmt, woraus man auf eine gleichmäßig verbreitete Erdwärme schließen muß. Bei einer Tiefe von 380—2144 Fuß z. B. steigt die Wärme von 17 auf 33 Grad, und rechnet man Abweichungen ab, die durch die Bodenbeschaffenheit veranlaßt werden, so erhält man als Durchschnittszahl auf je 100 Fuß Tiefe eine Temperaturzunahme um 1 Grad.

Zu demselben Ergebniß kam man, als man die Temperatur in den Schächten und Gesteinen der Bergwerke untersuchte und dabei die fließenden und stehenden Gewässer mit dem Thermometer prüfte. Dabei traf man alle möglichen Vorkehrungen, um die Einwirkungen fern zu halten, welche Luft, brennende Lichter, Sprengungen, Aufenthalt der Arbeiter, Wasserzuflüsse u. s. w. zur Folge haben. Reich stellte in 3 Jahren 12000 Untersuchungen an; in Sachsen und Preußen ließ man Jahre lang solche Temperaturmessungen vornehmen. Dabei ergab sich, daß bei einer Tiefe von 48—355 Fuß die Temperatur um einen Grad stieg, in Steinkohlengruben um 2 Grad, und daß man im Durchschnitt das Steigen um einen Grad Wärme zwischen einer Tiefe von 97—167 Fuß annehmen darf. Denn nach den Untersuchungen von Cordier besitzen die einzelnen Gesteine eine verschiedene Kraft der Wärmeleitung, so daß z. B. Schiefer besser leitet als Granit. Ja es scheint, daß die Wärmequelle der Erdoberfläche hier näher, dort ferner liegt, namentlich in den Bergen etwas hinaufrückt. Bischof folgert daher daraus, daß die Lufttemperatur mit je 542 Fuß Erhebung um 1 Grad sinkt, die Bodenwärme mit je 100 Fuß Tiefe um 1 Grad steigt, mit voller Wahrscheinlichkeit, daß die Linien der Erdwärme unter den Erhöhungen des Bodens convexe Krümmungen erhalten, unter den Einfaltungen der Erdrinde dagegen concave. Obschon unsere Bergwerke nicht tief hinabreichen, die zu Freiberg z. B. 1600—1800 Fuß, die zu Andreasberg 2060 Fuß, die zu Kitzbühl in Tirol 2916, die zu Kuttenberg in Böhmen 3343 Fuß, so bleiben doch die Ergebnisse

der Temperaturmessungen im Ganzen dieselben. Die Wärme stieg z. B. in den Vogesen bei 92 Fuß, zu Bex im Waadtlande bei 133 Fuß um 1 Grad. Solche Untersuchungen beweisen also Gleichmäßigkeit der Wärmezunahme.

Dennoch widersprechen viele Gründe der Annahme, daß die Wärme mit der Tiefe stetig zunehme. Bischof ließ große Kugeln geschmolzenen Basaltes sich abkühlen, um die Abnahme der Temperatur nach innen zu beobachten. Da stellte sich heraus, daß mit der Tiefe die Wärmezunahme abnimmt, denn die Kugeln hatten im Mittelpunkt 153 Grad Wärme, 6 Zoll davon 124, 9 Zoll davon 109 Grad, d. h. von der Mitte nahm die Wärme bis 6 Zoll auf jeden Zoll um $4^1/_2$ Grad ab, bis weitere 3 Zoll mit jedem Zoll um 5 Grad. Sie hätte also bis zur Mitte um 45 Grad zunehmen sollen, war aber nur um 44 Grad gestiegen.

Man kann also das Vorhandensein großer Wärme im Innern der Erde nicht leugnen, aber die Ursache derselben ist noch nicht aufgefunden. Man forschte deshalb weiter. Die Keller des Observatoriums zu Paris sind 28 Meter tief, und die Thermometer bleiben hier auf $17^7/_{10}$ Grad stehen, so daß hier die Grenze der eindringenden Sonnenwärme zu liegen scheint. Da nun die Luft- und Bodentemperatur in Paris durchschnittlich $10^6/_{10}$ Grad beträgt, so nahm die Bodenwärme mit je vier Meter um 1 Grad zu. Der artesische Brunnen zu Grenelle bei Paris hat 540 Meter Tiefe, sein Wasser 28 Grad Wärme, bei 505 Meter nur $26^1/_2$ Grad, bei 400 Meter $23^4/_5$ Grad; mithin steigt die Temperatur mit je 31 Meter um 1 Grad.

Die Sonnenwärme dringt also nur bis zu einer gewissen Tiefe in den Boden ein, und dasselbe ergiebt sich aus den Untersuchungen in den Polargegenden, wo der Boden einige hundert Fuß tief gefroren ist und im kurzen heißen Sommer nur an der Oberfläche aufthaut. Es wachsen dort daher nur Sommergewächse und jene Bäume, deren Wurzeln sich flach am Boden ausbreiten. In Irkutzk mangelt es an Quellwasser, weil kein Wasser den gefrorenen Boden durchdringen kann. Der Kaufmann Scherzin wollte sich einen Brunnen graben lassen und trieb einen Schacht 382 Fuß tief ein, doch hatte der Boden immer noch 3 Grad Kälte, wogegen die Lufttemperatur auf 17 Grad Kälte stand. Erst bei 600 Fuß würde man Wasser gefunden haben. Da es

in Sibirien trotzdem Quellen giebt, so muß in der Tiefe die Temperatur höher sein als an der Erdoberfläche. In diesem gefrorenen, nie aufthauenden Boden — nicht im Eise — fand man urweltliche Riesenthiere, die noch mit Fleisch, Haut und Haaren bedeckt waren.

Im Verfolg solcher Thatsachen erkannte man vielfache Schwankungen der Erdwärme, soweit sie von der Sonne stammt. Eine grasbedeckte Fläche und ein umgepflügter Acker strahlen nicht auf gleiche Weise Wärme aus, Holz leitet die Wärme viel weniger, als es Eisen thut; ebenso verschieden ist die Leitungsfähigkeit der Metalle, selbst des Marmors, Porzellans, gebrannter Ziegel u. s. w. Daraus ergiebt sich eine Verschiedenheit der Wärmeverbreitung im Innern; ja bei dem allmäligen Eindringen der Wärme und Kälte erreichen beide im Erdinnern ihren Höhepunkt später als die Luft. Bei 40 Fuß Tiefe findet man die größte Wärme im December, die geringste im Juni, so daß die Sonnenwärme 6 volle Monate gebraucht, ehe sie 40 Fuß tief eindringt, also in 38 Tagen nur 5 Fuß vordringt. In der gemäßigten Zone rückt die Temperatur der Luft täglich 3—5 Fuß tief hinab, jährlich 60—80 Fuß; in Java dagegen ist der Boden in einer Tiefe von 2—3 Fuß bereits der Mitteltemperatur der Oberfläche gleich.

Um sich dieses Steigen und Fallen der Temperatur anschaulich zu machen, verbindet man alle unterirdischen Punkte von gleicher Wärme durch Chtonisotheren (Erdwärmegleicher). Dadurch entstehen verschieden geschwungene Linien, welche die Erde umkreisen und die meisten Einbiegungen in der Nähe der Erdoberfläche erhalten, an den Gebirgen flacher werden, weil diese durch die kälteren Luftschichten mehr abgekühlt werden. Auf dem Grunde der Seen und Meere sinken sie gleichfalls.

Da nun die Sonnenwärme höchstens 140 Fuß tief eindringt, so muß die Erde immer mehr erkalten und die Kruste dicker werden. Zwar scheint sich seit einigen Jahrtausenden die Temperatur nicht verändert zu haben, indessen ein solcher Zeitraum ist zu kurz, um uns darüber zu beruhigen, daß die Erde dereinst als kalter Steinball um die Sonne kreist. Astronomen beobachteten Unregelmäßigkeiten im Umlauf der Erde und meinen, sie müsse sich in Folge zunehmender Erstarrung verkleinert haben,

rücke daher der Sonne näher und werde endlich auf diese niederstürzen.

Vogt stellt andere Berechnungen auf. Nach Untersuchungen erkaltet der Mittelpunkt der Erde 3000mal schneller als die Oberfläche, weil jener an diese ihre Wärme abgiebt, wie der Guß von Kanonenkugeln beweist. Es muß sich also der Wärmeunterschied endlich ausgleichen, d. h. Mitte und Oberfläche gleiche Wärme besitzen. Dies war bei der Erde vor 40,000 Jahren der Fall, als die Oberfläche um 15 Grade wärmer war als jetzt. Damals mögen die ersten Pflanzen und Thiere entstanden sein. Bei dieser Erkaltung wurde aber Wärme frei, so daß von der Gesammtwärme nichts verloren geht, sondern nur ein Kreislauf statt findet, und die ausstrahlende Wärme von der Sonnenwärme ersetzt wird. Die heiße Erdmitte giebt ihre Wärme an die erkaltende Oberfläche ab, nimmt also um so viel an Wärme ab, als die Oberfläche erhält. Nimmt die Erwärmung derselben zu, so giebt die Mitte weniger ab, aber die von außen kommende Wärme dringt nicht tief ein, weil das Erdinnere höhere Wärmegrade besitzt.

Die Wärmeabnahme durch Erkaltung berechnete Buffon, indem er mit einer schmiedeeisernen Kugel experimentirte, die er von der Weißglühhitze bis zur Lufttemperatur erkalten ließ. Daraus folgerte er, daß die Erde in 76,000 Jahren werde erkaltet sein. Bischof beobachtete die Zeit der Abkühlung an geschmolzenen Basaltkugeln von 27 Zoll Durchmesser und gab in Anwendung auf die Erdkugel derselben 300 Millionen Jahre Zeit zum Erkalten. Andere Zahlen erhält man, wenn man die Zeit zu Grunde legt, binnen welcher Lava erkaltet. Lavaströme des Aetna, welche 100 Fuß hoch waren, erkalteten erst in 10 Jahren. Denn die Kruste erkaltender Lava ist ein schlechter Wärmeleiter, weshalb die Gluthmasse unter derselben langsam erkaltet. Daher flüchten Menschen, deren Häuser von Lava umflossen werden, über die Kruste des Lavastromes, während hinter ihnen die Häuser durch die Lava selbst in Brand gerathen. Wendet man diese Erkaltungszeit auf die Entstehung der Erdrinde an, so könnte diese erst vor 4 Quadrillonen Jahren sich gebildet haben. Dagegen behauptet Beaumont, die innere Erdwärme erhöhe die Temperatur der Erdoberfläche nur um $1/_{30}$ Grad,

wenn das Innere also erkalte, so bewirke dies nur eine Wärmeverringerung um $^1/_{30}$ Grad. Gegenwärtig beträgt die mittlere Temperatur der Erdoberfläche 10 Grad. Stand sie früher auf 3000 Grad, so müssen seitdem 98,490,000 Jahre verflossen sein.

Diese widersprechenden Ansichten beweisen, daß sie nur Vermuthungen sind und wir von dem Sachverhältniß noch wenig wissen. Wir müssen also andere Zeugen vernehmen, und dies sind die heißen Quellen, Grotten und Höhlen, die Lava, Vulkane und Erdbeben.

Artesische und mineralische Quellen.

Diese beweisen zunächst das Vorhandensein von Wasserbecken, welche tief unter der Erde liegen, und die Stoffe, welche sie aufgelöst mit sich führen, belehren uns über die Bestandtheile der Erdrinde unter unserem Boden. Wir in unsern wasserreichen Ländern wissen die Wohlthat der Quellen lebendigen Wassers nicht zu schätzen; ganz anders urtheilen die Beduinen der Sahara, welche in ihrem Leben kein fließendes Wasser zu sehen bekommen. Der Boden ihrer Heimath besteht aus Sand, welchen eine zolldicke Gipskruste deckt, auf deren pflasterartigen, hier und da aufgerissenen Fläche ein Wagen fahren kann. Unter ihr liegen Geschiebe rother, gelber, weißer, vom Rollen platt geriebener Chalcedone; und selten erblickt man steifes, ginsterartiges Gebüsch oder Salzpflanzen mit fleischigen Blättern oder die Rose von Jericho. Unter den 3—4 Fuß hohen Gesträuchen des Flugsandes huschen Springmäuse, gelbe Eidechsen und gehörnte Nattern dahin, in den Niederungen wachsen vereinzelt Tamarisken mit rosenfarbigen Dolden und Coloquintenkürbisse mit pomeranzengroßen Früchten. Gazellen, Strauße und Rebhühner durchirren die Wüste, an deren Grenze am Atlas entlang stille Salzseen schillern und Salzkrusten absetzen, so daß nur in bewässerten Gegenden Haine von 50—100,000 Dattelpalmen den Menschen das Dasein ermöglichen.

Am Graben von Brunnen, welche 250—300 Fuß tief sein müssen, arbeiten ganze Gemeinden, füttern den Schacht mit Palmholz aus, welches aber nicht lange aushält, so daß die Brunnen

leicht verschüttet werden. Kann die Gemeinde den Bau nicht erneuern, so verarmt und verhungert sie. Brunnen sind in der Sahara ein Segen Gottes und werden unter religiösen Ceremonien eingeweiht. Hat man einen solchen bis auf die unterste Felsschicht gegraben, so läßt sich der Marabu (Geistliche) hinab, spricht Gebete und Beschwörungsformeln, durchbohrt die Gipsdecke und läßt sich schnell hinaufziehen, damit ihn das schnell nachdringende Wasser nicht erreicht. In manchen Gegenden gräbt man Quadrate von 500 Fuß 30—40 Fuß tief aus, wirft die Erde als Wall um diese Vertiefung und pflanzt in diesem Kessel Palmen an, von denen nur die Gipfel über den Wall emporragen. Verwehen Sandwinde diesen unterirdischen Garten, so erfordert es jahrelanger Arbeit, ehe er wieder brauchbar ist.

Als General Desvaux nach einer siegreichen Schlacht in eine Oase einzog, bemerkte er, daß ein Theil der Dattelpalmen verkümmert war. Auf seine Nachfrage nach der Ursache erfuhr er, daß die Brunnen verschüttet und die Gemeinden nicht im Stande waren, dieselben wieder aufzugraben. Da ließ er von Paris Bohrapparate kommen und schuf einen neuen Brunnen, welcher in der Minute 4300 Liter Wasser lieferte. Die ganze Bevölkerung jubelte und segnete den wohlthätigen Fremdling. Mütter badeten ihre Kinder im Wasser, der alte Scheich brach in Thränen aus, als er Wasser sah, kniete nieder und flehte Allah an, den Brunnenmacher zu segnen, und von allen Oasen kamen Bittgesuche, auch ihnen Brunnen zu verschaffen. Als einst eine Gesandtschaft der Saharabewohner nach Paris kam und unter der Seinebrücke so viel Wasser vorüberfließen sah, konnte sie nicht begreifen, wie man solch kostbares Gut könne unbenutzt vorbeirinnen lassen. Erst in der Sahara versteht man Pindar's Ausspruch: das Wasser ist das Beste.

Wir nehmen im Nachfolgenden an den Quellen vorzugsweise das Interesse, daß sie uns über das Erdinnere belehren sollen. Wir meinen gediegenen, massiven Boden unter den Füßen zu haben, wenn wir über die Erdoberfläche dahin schreiten. Dem ist aber nicht so. Die Massen von Kalk, Kieselerde, Salz u. s. w., welche einige Quellen zu Tage fördern, also aus dem Innern der Erdrinde davon führen, müssen gewaltige Höhlungen erzeugen, wie z. B. Karlsbad auf solchen unterirdischen Grotten

steht, so daß man in manchen Gegenden über Gewölben wandelt, die bei irgend welcher Veranlassung einstürzen können. Die Quelladern, welche Brunnengräber aufsuchen, beweisen, daß es unterirdische Bäche, Flüsse, wohl ganze Seebecken giebt, wie man es z. B. in vielen Gegenden der Sahara vermuthet. Der Bergmann hat viel Arbeit mit Beseitigung der „wilden Wasser," der Baumeister mit eindringendem Grundwasser. Es mag unter der Erde Wasserfälle, Stromengen, Haupt- und Nebenflüsse geben, emporsteigende Bäche und gewaltige Höhlen. Je tiefer das Wasser hinabsteigt, um so wärmer wird es, um so auflösender und zersetzender wirkt es auf seine Umgebung. Bei tief liegenden Austrittsstellen steigt der aufsteigende Quell zuweilen springbrunnenartig empor. Die Mosesquellen z. B. sprudeln in einer reizenden Oase bei Suez unter Oelbäumen und Tamarinden aus kleinen Sand- und Schlammkegeln hervor, welche sie durch ihre Stoffabsetzung erzeugt haben. Neben ihnen stehn als Reihe von Sandhügeln die alten Quellbecken, welche nach und nach für die Quellen zu hoch wurden, so daß diese sich neue Auswege suchten. In Calais grub man Brunnen, denen das Wasser von England herüber unter dem Kanal zufließt. In Elbeuf kamen mit dem Wasser eines erbohrten Brunnens lebendige Aale herauf, bei Tours bei ähnlicher Gelegenheit Pflanzen, Zweige und Muschelschalen. Als man zu Dieppe nach Wasser grub, stieß man nach und nach auf 7 Wasseradern. Auf einer Zuckerfabrik in Missouri grub man 4000 Fuß tief nach Wasser, die Salzquelle bei Minden ist 2250 Fuß tief und giebt in der Minute 1460 Liter Wasser, eine Schwefelquelle in Kentucky geht 3980 Fuß tief hinab und wirft ihren Wasserstrahl noch 260 Fuß hoch empor. Welche Wasservorräthe müssen sich im jenen Gegenden unter der Erde befinden!

Manche Quellen sind fast oder ganz so kalt wie Eis, die der Sorgue bei Vaucluse dagegen raucht, und noch andere haben 60—100 Grad Wärme. Volle Quellen sind wärmer als wasserarme, weil sie schneller fließen und daher weniger Wärme an die Felsen abgeben. Eine Quelle in Wallis hat im Winter 35 Grad Wärme, im Frühjahr, wenn der Schnee auf der Jungfrau schmilzt, 45—50 Grad.

Heiße Quellen sind selten rein, wie die von Gastein, Wild-

bad, Pfeffers, Badenweiler, sondern enthalten andere Stoffe beigemengt, wodurch sie zu sogenannten Heilquellen werden. In Chaudes-Aigues benutzt man das 70—80 Grad heiße Quellwasser zum Kochen der Speisen, zum Waschen und Heizen der Zimmer. Hölzerne Leitungskanäle führen es durch die ganze Stadt und speisen in jedem Erdgeschoß ein Becken, welches den Tag über als Wärmflasche dient. Die tägliche Wärme soll derjenigen gleich sein, welche $4^1/_2$ Tonnen Steinkohlen erzeugen würden, und selbst der Wasserdunst wirkt so stark, daß Schnee sofort schmilzt. Im Sommer sperrt man durch Schieber die Wasserleitung ab und läßt die Quellen als Bach unterhalb der Stadt ablaufen. Im Mormonenstaate enthält das Plateau von Utah viele heiße Quellen, in denen die Mormonen ihre Kinder taufen. Doch nur zur Zeit der Schneeschmelze ist ihr Wasser genießbar, wogegen man im Sommer mitten zwischen Quellen verdursten kann. Auch Südarabien soll überreich sein an heißen Quellen. Welche Massen von Stoff diese heißen Quellen fortführen, zeigen die Quellen von Bath, die täglich 2115 □Fuß Stoff zu Tage fördern, die von Louèche, die jährlich 81,000 Kubikfuß Gips liefern. Soll es da nicht geschehen, daß solche unterirdischen Gewölbe bei übermäßiger Aushöhlung zusammenbrechen und große Erderschütterungen bewirken? Wie reich sind manche Gebirge an Mineralquellen! Die französische Seite der Pyrenäen hat deren über 550, von denen 187 benutzt werden, in Ungarn mag es deren 3—400 geben, die meist nicht benutzt werden.

Die meisten Flüsse enthalten viel Kalk (die Seine 36 %, viele Brunnen 250—300 %), der sich dann absetzt, wo sich Gelegenheit findet. Die Quelle San Filippo bei Rom füllte in 20 Jahren einen Teich mit einer 45 Fuß dicken Traventinmasse an, neben welcher alte Ablagerungen von 500 Fuß Höhe stehen. In der Provinz Konstantine setzt eine heiße Quelle blendendweißen und von hellfarbigen Streifen durchzogenen Traventin ab. Außerdem stehen um die Quellmündungen 50 Fuß hohe Kegel mit Kratertrichtern und ziehen sich Traventinmassen auf der Sohle des Baches hin. Eine solche Decke ist 7500 Fuß lang, 100 Fuß hoch und 50—75 Fuß breit.

Sehr merkwürdig sind die Salzquellen im Thale Tuzla-Su beim alten Troja und die beim alten ionischen Hieropolis, deren

heißes Wasser über das einsame Plateau Baumwollenschloß (Panbouk-Kelessi) fließt, und dessen weiße Travertinmassen wie ein Wasserfall von 500 Fuß Höhe und 4 Kilometer Breite weithinein in die Ferne glitzern. Da das Wasser am Absturz einer steilen Wand niederrieselt, so hat es seinen Kalkgehalt als Säulen, Mauern und Gesimse abgesetzt. „Dazwischen blitzen wirkliche Kaskaden im Sonnenschein, und ihre funkelnden Wassergarben beleuchten die matte Blässe der Krystallwände. An der Wand sieht man allerlei Figuren, dazwischen Schalen und Vasen mit cannelirten und von Stalaktiten umfransten Rändern, gefüllt von blauem Wasser. Diese weißen Becken sind von gelblichen, rothen, braunen und violetten Adern durchzogen. Alte Flußbetten durchschneiden das Plateau nach allen Richtungen und über einem dieser alten Kanäle steht das großartige Gerüst einer natürlichen Brücke wie ein Alabastergewölbe, behängt mit unzähligen Tropfsteingebilden." „Die zahllosen Salzquellen beim alten Troja entsprudeln blau, roth und gelb gefärbten Bergen, die sich fortwährend zersetzen. Eine vielfarbige Kruste dieser Salzablagerungen überzieht die Ebene, in welcher sich an dampfenden Pfützen schneeweißes Salz ansammelt. Je weiter man das Thal aufwärts geht, um so zahlreicher werden die heißen Salzquellen an den steilen Wänden der Thalenge. Aus engen Löchern springen prächtige Wasserquellen hervor und sinken in gewaltigem Bogen nieder; andre spritzen rechts und links Salzwasser von 100 Grad Wärme hervor, worauf ihr Wasser als glühend heißer, rauchender Bach abfließt. Trotzdem sammeln die trägen Türken jährlich nur etwa 1 Million Tonnen Salz."

Bekanntlich giebt es viele Salzquellen, welche jährlich ungeheure Massen von Salz zu Tage fördern (Hallein z. B. 15,000 Tonnen, Halle 10,000), und die Salzlager bei Magdeburg scheinen unerschöpflich, ja die ganze Provinz Sachsen ein ausgedehntes Salz- und Braunkohlenlager zu sein. Quellen, die aus einer Tiefe von 50,000 Fuß und mehr kommen, besitzen über 400 Grad Wärme und entwickeln gewaltige chemische Einwirkungen, verwandeln Metalle in Gas, nehmen sie in Wasserdämpfen mit sich fort und lassen sie in kühleren Spalten in verschiedenen Krystallformen sich wieder anheften. Man findet daher Gold, Silber, Blei, Eisen, Mangan, Kupfer, Antimon u. s. w. im Quellwasser

und sogar im Meerwasser, woraus man folgert, daß sich jene Metalle im tieferen Erdinnern in irgend welcher Form vorfinden müssen.

Die höhlenreichen Kalkgebirge verrathen uns manche Geheimnisse der Erdrinde. Regen- und Schneewasser sickern schnell durch den Fels, so daß dessen Oberfläche pflanzenarm und öde erscheint, eine Steinwüste, in welcher das Leben abstirbt. Drunten aber rauschen Flüsse in Höhlen dahin, stürzen in Wasserfällen aus einer Grotte in die andre und treten dann plötzlich als mächtiger Fluß aus dem Felsen heraus. Berühmt ist der Höhlenfluß Sorgue bei Vaucluse. „Im Hintergrunde eines kesselartigen Kalkgebirges steigt eine weiße Bergwand empor und trägt auf ihrem Gipfel die Ruinen eines mittelalterlichen Thurmes. Der Felsen ist nackt und öde; nur ein Feigenbaum hat sich wie ein Schmarotzergewächs an ihm angeklammert, seine kriechenden Wurzeln in die Spalte der schön gewölbten Grotte der senkrechten Felswand eingesenkt, aus welcher die mächtige Wassermasse der Sorgue hervorstürzt, deren nebelartig aufsteigenden Dämpfe die Blätter des Feigenbaums aufsaugen." Der Quellfluß theilt sich bei seinem Austritt in zahlreiche Bewässerungskanäle, welche eine weite Landschaft befruchten. Nur bei niedrigem Wasserstande, wann die Sorgue brodelnd durch den zertrümmerten Felsendamm des Eingangs fließt, kann man die wunderbare Höhle betreten.

Solche unterirdische Flüsse findet man noch anderwärts in Frankreich und in andern Ländern. Andre Quellflüsse brechen aus Felsen hervor, um nach kurzem Laufe plötzlich in einen Abgrund zu stürzen und zu verschwinden. In Südfrankreich, an der Ostküste des adriatiatischen Meeres, an der Südküste der Vereinigten Staaten u. s. w. strömen Flüsse unterirdisch dem Meere zu und münden tief auf dem Meeresboden, wie man aus dem aufbrodelnden Süßwasser erkennt. Fischer schöpfen dasselbe dann mitten im Meere. Ja an der Küste von Yucatan streicht ein Streifen von Süßwasser von 275 Kilometer Breite entlang, welchen die Einwohner Fluß (Rio) nennen, und welchen das Meer nur an drei Stellen durchbricht.

Wird die Gewölbedecke eines solchen unterirdischen Flußlaufes zu dünn, so stürzt sie ein, und es entstehen trichterartige Oeffnungen (Dolinen), in deren Grunde Wasser dahin rauscht.

In manche dieser Einsturzlöcher kann man hinabsteigen und den unterirdischen Fluß streckenweise verfolgen. Regenwasser löst Theilchen der Kalkmasse ab, welche sich dann an den Wänden oder am Boden absetzen und die wunderbaren Gebilde der Tropfsteinfiguren (Stalaktiten) erzeugen: Vorhänge, Pfeiler, Bogengewölbe, und auch alles am Boden Liegende mit einer schützenden Kruste überziehen. Daher wurden solche Höhlen die Fundorte der Knochen urweltlicher Thiere sowie der Steinwerkzeuge der Urmenschen.

Diese lichtlosen Höhlen dienen Fledermäusen und Raubthieren zum Aufenthalte, es leben dort der augenlose Proteus, dunkelfarbige, seltsam gestaltete Insekten, augenlose Caleopteren, Krebse, Schnecken, Tausendfüße, Spinnen. In den Höhlen Kentucky's soll es blinde Krebse, weiße Fische von sehr starkem Wuchse, gelbe Grillen mit ungeheuren Fühlhörnern geben, die sich wie Kröten hinschleppen. Außerdem wachsen daselbst seltsam gestaltete Pilze und Schwämme, die oft sehr groß werden und weite Räume bedecken.

Die größte bekannte Grotte ist die Mammuthshöhle in Kentucky, welche Seen, Flüsse, 200 sich kreuzende Gänge von 350 Kilometer Länge und über einander liegende Stockwerke in sich schließt. Auf dem Karst Krains ist der Boden von kahnartigen Einstürzen durchsiebt, in deren Tiefe das Wasser wirbelnd verschwindet, oder wo im Grunde schachtartiger Trichter Wasser rinnt, welches aus unterirdischen Wasserbecken abläuft. In drei Hauptquellen stürzt der Fluß Timavo nördlich von Triest brausend aus einem Felsen hervor und trägt von dieser Mündung an Schiffe, denn er scheint der Abfluß eines unterirdischen Sees zu sein. Bei Canzian verschwindet die Recca in vielen Wasserfällen in der Tiefe, doch schimmert sie hier und da in den Feldern aus tiefen Einstürzen empor, und als man einst nach Wasser grub und einen Schacht in den Felsen trieb, stieß man auf die Recca, zu deren Grotte an dieser Stelle Treppen hinabführen.

Aus der wunderbaren Adelsberger Grotte zwischen Triest und Laibach, deren labyrinthische Gänge sich weit ausdehnen, machte Schmidt ein besondres Studium. Da sieht man ungeheure Gewölbe, weiße oder rothe überhängende Felsmassen und

finstre Abgründe, in denen das Echo des in der Tiefe brausenden Stromes widerhallt. Bei der Burg Adelsberg öffnet sich ein hohes Felsenportal, in welches der Poikfluß hinabstürzt. Eine Strecke weit kann man an dem Ufer des unterirdischen Flusses entlang gehn, bis er aus einem engen Felsenkessel hervorstürzt, doch abwärts kann man die gewundene Gasse des Flußlaufes über 5000 Fuß weit befahren. Die obere Schlucht der Grotte mit ihren engen Kesseln und hohen Gewölben ist reich an wunderbaren Tropfsteingebilden, namentlich das Gewölbe des 1000 Fuß hohen Kalvarienberges, auf dessen Trümmerflügel ein Wald von Säulen und weißen Pfeilern steht. Bis jetzt ist man über 12,000 Fuß weit eingedrungen und findet immer noch lange Schluchten und Flußgassen. Auch von oben her kann man hier und da auf den unterirdischen Fluß Blicke werfen und sich gar in den Schlund der Piuka-Jama an einem Seile hinablassen und dem Flußbette über 1000 Fuß weit folgen. Die Poika verschwindet in der Adelsberger Grotte und erscheint in einer Entfernung von $1^1/_2$ Kilometer wieder als Planina, welche unter einer gewölbten Grotte am Fuße eines fichtenbewachsenen Berges hervorstürzt. Da der Fluß im Ganzen 9—10 Kilometer unterirdisch fließt und dann eine größere Wassermenge enthält, so muß er unterwegs noch Zuflüsse aufnehmen. Weiter abwärts verliert sich die Planina theilweise zwischen den Spalten ihres Bettes, vereint sich mit der Unz und geht in die Save.

Auch die oben erwähnten Dolinen beweisen das Vorhandensein unterirdisch fließender Gewässer. In der Nähe von Adelsberg dehnt sich eine breite, von steilen Kalkfelsen umgebene Ebene aus, deren höher gelegener Theil bebaut wird, wogegen den niederen nur Binsen und Sumpfpflanzen bedecken. Hier öffnen sich gegen 400 trichterartige Löcher von 50—80 Fuß Tiefe; jede dieser Dolinen hat ihren besonderen Namen nach ihrer Gestalt (z. B. Sieb, Tonne, Trommel u. s. w.) und während der trocknen Jahreszeit haben nur wenige Wasser; nach dem Regen aber strömen die Wasser eines Baches, der aufwärts von der Ebene in den Felsen versinkt, brausend aus jedem dieser Trichterbrunnen hervor; so daß sich ein See von blauem, durchsichtigem Wasser bildet, den man den Zirknitzer oder Jassero-See nennt, und welcher 6—10,000 Hektaren bedeckt. Nach und nach fließen

aber diese hellen Wasser wieder unterirdisch in die Unz ab. Daher sagt man denn, in dem See kann man zur Zeit fischen, im Sommer Gras mähen, im Herbst wilde Enten im Geröhricht jagen.

Salsen, Gas- und heiße Quellen.

Beweisen die Höhlen und unterirdischen Flüsse das Vorhandensein großer Wasserbecken unter der Erde, so geben die Salsen, Fumarolen u. s. w. Zeugniß davon, daß in der Erdtiefe große Hitze herrscht und sich verschiedene Gase bilden.

In vielen Gegenden (Sicilien, Modena, Krimm, Halbinsel Tamaym, am Kaspisee, Java, Antillen, Neu-Granada u. s. w.) findet man kegelartige Hügel feinen, hellgrauen, salzigen Thonschlamms, aus denen Gas ruhig oder unter zischendem Geräusch aus einem trichterartigen Krater aufsteigt und zugleich halbflüssigen Schlamm ausstößt. Man nennt sie in Sicilien Macaluben, gewöhnlich aber Salsen oder Schlamm- oder Luftvulkane und rechnet sie zu den vulkanischen Gebilden. Sie strömen Kohlenwasserstoff, Kohlensäure und Stickgas aus, welche sie dem Boden zu entnehmen scheinen, und setzen oft auch Kochsalz oder Bergöl ab. Das aufsteigende Gas treibt den hervorquellenden Schlamm zu Blasen auf, die dann zerplatzen, worauf der Schlamm theils in den Krater zurücksinkt, theils überfließt oder aufbrodelnd einige Fuß emporgeschleudert wird. Oft stehn die 1—20 Fuß hohen Kegel in Menge derart zusammen, daß sie einen flachgewölbten gemeinsamen Thonhügel bilden, der sich bei anhaltendem Regen in einen Schlammpfuhl mit aufbrodelnden Gasquellen verwandelt. Mitunter gerathen diese Kegel in Aufregung, man hört unterirdischen Donner, die Umgegend erbebt, Feuerflammen brechen aus dem Krater hervor, und Schlamm und Steine fliegen dabei hoch in die Luft. Geht man über einen solchen Hügel, so schwankt die auf allen Seiten aufgeborstene Kruste desselben, und man bemerkt eine Menge von Kegeln und zollgroßen Löchern, welche Luftblasen ausstoßen. Der Macaluba auf Sicilien hat ½ italienische Meile Umfang und 150 Fuß Höhe, bei Kertsch werden die Salsen 100—150 Fuß, der Kuku-

Oba gar 260 Fuß hoch, welcher 1794 unter Getöse 22 Millionen Kubikfuß Schlamm auswarf und dabei die Umgegend 50 Stunden weit erschütterte. Bei Baku strömen 84 Quellen, die um einen Schlammhügel herum liegen, stets Naphtha aus, und ein andrer Schlammvulkan ließ 3 Stunden lang eine 40 Fuß hohe Feuersäule auflodern. Andre stoßen Kohlensäure aus (Hundsgrotte, am Taunus, in Böhmen, in der Wetterau, im Weserthale von Karlshafen bis Vlotho, bei Paderborn, in Ungarn, der Auvergne, Java u. s. w.) und werden, wenn sie sich mit Wasser verbinden, zu Säuerlingen oder Sauerquellen. Das Todesthal bei Batur in Java ist ein länglich runder Kessel mit 100 Fuß hohem Rande, der 50 Fuß Durchmesser hat.

Die heißen Quellen oder Thermen, welche hier und da hervorbrechen, scheinen ihren hohen Wärmegrad entweder vulkanischen Feuerheerden, in deren Nähe sie sich zu befinden pflegen, oder der großen Tiefe ihres Ursprungs zu verdanken. Wenn auch manche heiße Quellen weit von Vulkanen liegen, so kommen doch in der Umgegend ihrer Mündung an der Erdoberfläche Erdbeben vor, welche auf Einwirkung vulkanischer Thätigkeit schließen lassen. Entweder gelangen die Quellen, d. h. die Abflüsse des unterirdisch angesammelten Quellwassers, in die Nähe kleiner Feuerbecken oder erhitzter Wasserdämpfe, oder aber glitten in abwärts führenden Höhlungen und Spalten bis in jene Tiefe, wo man die feurigflüssige Masse des Erdkernes oder das sogenannte Centralfeuer vermuthet.

Die merkwürdigsten und daher viel untersuchten heißen Quellen sind der Geysir und Strockr auf Island, bei denen regelmäßige Explosionen stattfinden, und zwar beim Geysir binnen einer Stunde und 20—30 Minuten. Sartorius beschreibt einen solchen Ausbruch. „Ein stärkeres Donnern wird aus der Tiefe vernommen; das Wasser schwillt im Bassin, schlägt hohe Wellen und wirbelt umher. In der Mitte erheben sich gewaltige Dampfblasen, und nach wenigen Minuten schießt ein Dampfstrahl in die Luft, wobei er in feinen blendendweißen Schaum zerstiebt. Kaum ist er 80—100 Fuß hoch gestiegen und beginnt in einem Bogen feiner Perlen zurückſinken, so folgt ein zweiter und dritter dem ersten nach und steigt viel höher. Nun verbreiten sich größere und kleinere Strahlen nach allen Richtungen; einige

sprühen seitwärts, wobei sie kürzeren Bogen folgen, andre schießen senkrecht empor mit sausendem Zischen. Dabei wälzen sich ungeheure Dampfwolken über einander und verhüllen zum Theil die Wassergarbe. Nun noch ein Stoß, ein dumpfer Schlag aus der Tiefe, welchem ein spitzer, alle andern an Höhe übertreffender Strahl nachfolgt und auch wohl von einem Steinregen begleitet wird, und die ganze Erscheinung bricht wie eine phantastische Traumgestalt beim Anbruch des Morgens in sich zusammen, nachdem sie einige Minuten gedauert hat. Ehe sich noch der Dampf im Winde verzogen hat und das siedende Wasser an den Seiten des Kegels abgelaufen ist, liegt das ganze vorher mit Wasser gefüllte Becken trocken, und steht das Wasser in der tiefer führenden Röhre, etwa 10 Fuß unter dem Rande des Beckens, still und ruhig wie in jedem andern Brunnen.

„Der große Geysir, am Fuße des Barnafell, hat sich durch allmäliges Absetzen von Kieselerde gebildet, welche aufgelöst im Wasser enthalten ist. Seine Ausmündung bildet daher einen flachen Kegel aus Kieselstoff und Kieselsinter, welcher 20—30 Fuß Höhe und an 200 Fuß Durchmesser erreichte. Auf dem Gipfel dieses Kegels ist ein flaches Bassin von 6—7 Fuß Tiefe und 50—60 Fuß Durchmesser eingesenkt, in dessen Grunde der 9 Fuß weite cylindrische Kanal mündet, aus welchem das Wasser herdringt. Die Wände dieser senkrechten Ausflußröhre bestehen ebenfalls aus Kieselsinter. Gewöhnlich ist das Wasser ruhig, steigt im Bassin allmälig bis zum Rande und zeigt an der Oberfläche eine Temperatur von 76—89 ° C., wogegen es vor der Eruption in einer Tiefe von 110 Fuß 127 ° besitzt, nach derselben auf 122 ° sinkt. Von Zeit zu Zeit, gewöhnlich alle 24—30 Stunden, tritt eine äußerst heftige und großartige Wassereruption ein, welcher mehrere kleine vorangehen. Diese letzteren beginnen mit starken unterirdischen Donnerschlägen, worauf das Wasser bis zum Rande des Bassins anschwillt, aufkocht und endlich durch mächtige Dampfblasen wohl an 20 Fuß aufwärts geschleudert wird. Solche geringe Ausbrüche treten anfangs etwa alle 2 Stunden ein, dann aber in kürzeren Zwischenräumen, bis endlich plötzlich eine größere Eruption erfolgt, welche sich durch stärkeren Donner und wiederholte starke Schläge verkündigt, bei denen der Erdboden heftig erschüttert wird. Eine dicke Dampf-

säule steigt dann pfeilschnell zu großer Höhe und mitten in ihr eine Wassersäule, welche bei 9 Fuß Dicke, bald 80—100 Fuß hoch wird, bald auf die Hälfte zusammensinkt, auch wohl auf einen Augenblick ganz verschwindet, um dann mit erneuter Kraft aufwärts zu schießen. Dieses Spiel dauert etwa 10 Minuten lang, worauf die Wassersäule gänzlich zurücksinkt, und die Ruhe wiederkehrt."

Krug von Nidda beschreibt den Strockr, der „etwa 100 Schritt vom Geysir steht. Die Ausflußröhre, von Kieselsinter gebildet und von einem 4—5 Fuß hohen Sinterwall umgeben, ist oben 7 Fuß weit und läuft nach unten spitz kegelförmig zu. Gewöhnlich steht das Wasser 10—14 Fuß tief unter der Mündung, ist fortwährend in heftigem Sieden begriffen und hat im unteren Theile der 41 Fuß tiefen Röhre 114 Grad Wärme. Alle 2—3 Tage hat der Strockr einen Ausbruch. Dann wird das Wasser mit fürchterlicher Gewalt zu außerordentlicher Höhe hinausgetrieben, bis es zu feinem Nebel zerstiebt. Dabei fliegen Steine so hoch, daß sie dem Auge fast verschwinden, und steigen oft so lothrecht auf und nieder, daß sie in den Schlund zurückfallen, um abermals emporgeschleudert zu werden. Zuletzt besteht die ganze Säule nur aus Wasserdampf, der sich pfeifend und zischend mit unglaublicher Geschwindigkeit zu den Wolken erhebt, bis nach etwa einer halben Stunde Alles vorüber ist."

Der berühmte Chemiker Bunsen hat auch den Geysir untersucht und giebt folgende Erklärung der wunderbaren Erscheinung. Nach jedem Ausbruch steigt die Temperatur der Wassersäule, erreicht aber nicht den Siedepunkt, welcher dem Drucke entspricht. Ist nun der Ausflußkanal bis oben hinauf enge, so erkaltet die Wassermenge auf der Oberfläche, und der ganze Wärmeüberschuß wird zur Dampfbildung verwendet. Diese Dämpfe heben das Wasser, welches nun als Schaum in einem ununterbrochenen Strahle unter Sausen und Brausen hervorbricht. Ist der Kanal dagegen nach oben sehr weit, so kühlt sich oben eine größere Wasserfläche ab, kommt aber dabei plötzlich ins Kochen, weil der angehäufte Dampf der Tiefe einen Theil der Wassersäule rasch aufwärts drängt. Denn alsdann geräth sie unter einen Druck, welcher ihrer Temperatur nicht mehr angemessen ist. Nach der erfolgten Explosion, durch welche diese Dämpfe entweichen, kühlt

sich die Oberfläche des Wassers wiederum ab, bis durch neue Dampfansammlung eine neue Wassermenge in die Höhe getrieben wird, so daß also periodische Aufwallungen und Ausspritzungen erfolgen. Das zurückstürzende abgekühlte Wasser verdichtet den aufwärts drängenden Dampf und bewirkt ein Knallen der hervorbrechenden Dampfblasen bei deren Zerplatzen. Die kleinen Eruptionen, welche den größeren vorausgehn, sind gleichsam mißlungene Versuche zu dieser letzteren, welche erst dann erfolgt, wenn die Wassermasse so weit erhitzt ist, daß die Verminderung des Drucks, welche mit der Emporhebung verbunden ist, ein allgemeines Aufkochen bewirken kann. Die Ursache der periodischen großen Ausbrüche des Strockrs müssen ihre Ursache in größerer Tiefe haben, denn das fortwährende Aufsieden seiner ganzen Wassermasse wird durch die Enge des Ausflußkanales bewirkt.

Auch auf Neu-Seeland giebt es großartige heiße Quellen welche Hochstetter untersuchte. „Mehr als tausend solche Wasser- und Schlammquellen brechen auf der Linie vom Vulkan Tongariro bis zu der rauchausstoßenden Insel Whakari in der Bucht Abondance hervor und vereinigen sich hier und da zu großen Seen. An manchen Stellen strömen heiße Dämpfe aus der Seite des Berges in solcher Menge hervor, daß der Boden zu Brei wird und in breiten Schlammwellen langsam in die Ebene niederfließt. Eine kurze Strecke davon (2 Kilometer) brodelt und raucht ein Theil des Taugosees, dessen Wasser 38 Grad Wärme hat, und weiter nach Norden sprudeln aus den Thalhängen so viel heiße Wasserquellen hervor, daß man an Einer Stelle 76 zählt, welche abwechselnd nach einem gewissen Rhythmus Wasserstrahlen emporschleudern.

In der Mitte zwischen dem See und der Bucht liegen mehrere vulkanische Seen mit Springquellen, von denen der See Rotomahana etwa 50 Hektaren groß und dadurch merkwürdig ist, daß aus Schluchten, Sprüngen, Kesseln und Trichtern unzählbare Quellen hervorbrechen, welche aus Wasser, Dampf, Schlamm und Schwefelwasserstoff bestehen, indem Salsen, Solfataren, Fumarolen und Springquellen mit einander wechseln. Der allergroßartigste Wasserauswurf heißt Tatarata und liegt 25 Meter über dem Ostufer des Sees als eine Art Krater von 75 Meter Umfang, welchen 10 Meter hohe Wände umschließen.“

Eine nähere Beschreibung wird das Kapitel über die Quellen enthalten.

Verrathen solche heiße Quellen vulkanischen Ursprung, so gilt dies auch von den Fumerolen oder heißen Gasquellen, von denen später noch bei den Vulkanen die Rede sein wird. Manche heiße Quellen, deren es in allen Erdtheilen viele giebt, die aber zum größten Theil noch nicht untersucht sind, wurden bereits zu kalten. Im Krater des Demavend fließen neben Schnee heiße Quellen und Fumerolen hervor, und am Vulkan Nuevo de Chillan brechen heiße Quellen durch eine dicke Schneeschicht. In Californien wird das Teufelsloch im Napathal als Weltwunder beschrieben. „Eine enge Schlucht voll Dämpfe, die in Wirbeln emporsteigen, öffnet sich zur Seite eines rothen Berges, der so kahl ist, als ob Feuer seine Oberfläche verheert hätte. Ein Bach mit brennend heißem, entsetzlich schmeckendem Wasser bricht hervor, und zahllose Quellen schwefeligen, salzigen oder alaunischen Gehaltes kommen aus dem Felsengrunde. Einige sind durchsichtig und blau, weiß, gelb, ockerroth, und in der Tiefe des „Hexenkessels“ treibt ein schwarzer, stinkender Schlamm in dicken Blasen hervor. Ueber dem Hexenkessel stößt „des Teufels Dampfschiff“ ruckweise aus der Felswand Gasstoffe aus, während Hunderte von Fumerolen an den Bergseiten dampfen. Dies Alles murmelt, zischt, dröhnt, brüllt; ein unaufhörliches Lärmen von betäubenden Geräuschen erfüllt die Schlucht. Der glühende Boden, der aus thonigem Schlamme besteht, ist hier gelb von Schwefel, dort weiß von Kreide, und sinkt unter den Schritten des Wanderers ein, der hinüber und herüber springen muß, um dem Qualme zu entgehen. Die Schlucht scheint der gemeinsame Sammelplatz verschiedener Mineralwasser zu sein, welche ein großer, vulkanischer Heerd erhitzt.“

Eine ähnliche Erscheinung findet man in der „Höllenschlucht“ am Fuße des Vulkanes St. Vincent in San Salvador, „wo siedende Wasserstrahlen in Masse und unter Dampfwolken aus dem Berggipfel hervorschießen unter Zischen und Pfeifen, wie man sie von Lokomotiven hört. Die stärkste Wassermasse springt aus einer Kluft von 10 Meter Breite in geringer Höhe über dem Thalboden hervor, eingehüllt im Dampfwolken, und die flüssige Masse fliegt 40 Meter weit, wie aus einer Spritze aus-

getrieben, wobei das zwischen den Felsen eingepreßte Wasser zischt und schrillt, wie man es in einem Schmelzofen hört." Man hat bei dieser Beobachtung berechnet, daß Wasser, obschon es bei 15,000 Meter Tiefe 400 Grad Wärme erreicht, doch flüssig bleibt, weil die Erddecke mit 1500 Atmospären Druck auf der Tiefe lastet, so daß das Wasser nur als Dampf aus Klüften und Rissen entweichen kann, welche so tief hinabklaffen.

Die Fumarolen hauchen Schwefel-, Kohlen-, Chlorwasser- und andere chemische Stoffe aus und zuweilen in solcher Menge, daß sie bergmännisch gewonnen werden, z. B. Schwefel, Alaun, Borax u. a. „Im alten Krater von Volcano, der 2 Kilometer Umfang, 300 Meter hohe Wände und einen 100 Meter breiten Boden hat, sieht man mitten durch den aufsteigenden Dampf zinnoberrothe und goldgelbe Böschungen, durchzogen von anders gefärbten Stoffen. An den Hängen, die sich in den Schlund hinabneigen, brechen die Steine unter dem Fußtritte aus, und man muß laufen, weil an manchen Stellen der Boden brennend heiß ist. Die Luft kann man wegen des Schwefel- und Chlorgases nur schwer athmen. Unaufhörlich zischt und brüllt es, und wirbeln aus kleinen Löchern Dampfstrahlen hervor. Hier sammeln die Arbeiter den Schwefel, der vor Hitze knistert, und Borax-Krystallnadeln, welche weiß sind wie Schwanenflaum, und des Nachts leuchten die Dampfmassen über dem Krater in Purpurfarbe, wie erleuchtet von einer ungeheuren Feuersbrunst. Sammeln sich in diesem Kessel Regenwasser, so entsteht ein kleiner See; aber ein großer Theil des Wassers entweicht durch die Felsenrisse und fließt als Bach den Bergabhang hinab, während der Rest im Krater verdampft. Andre heiße Quellen entspringen auf der Insel und in einer Meeresbucht, wo sie in weißlichen breiten Windungen emporsteigen und das Meerwasser so erhitzen, daß man Eier darin kochen kann." Uebrigens bringen die Solfatoren von Volcano jährlich 10 Tonnen Schwefel ein, diejenigen Siciliens etwa 300,000 Tonnen.

Diese Erscheinungen beweisen das Vorhandensein großer Wassermassen im Erdinnern. Fouqué berechnet, daß die Wasserdämpfe, welche der Aetna bei seinem Ausbruche im Jahre 1865 aus dem Hauptkegel ausstieß, bei jedem Knallausbruch 60 Kubikmeter Wasser enthielten, und da sich ein Jahr lang solche Aus-

brüche alle 4 Minuten wiederholten, so verdampften während dieser Zeit 2,160,000 Kubikmeter Wasser, d. h. so viel, daß es einen Bach hätte bilden können, welcher in der Sekunde 250 Liter abfließen läßt. In der Luft nehmen die Wasserdämpfe die Gestalt abgeplatteter Kugeln an, die sich über einander schieben, blendend weiße Wolken bilden und beim Aufsteigen die Gestalt einer Pinie erhalten, welche im Winde hin- und herschwankt. Ist Asche beigemengt, so erscheint die Wolke grau oder schwarz, riecht dabei nach Salz- oder Schwefelsäure, die sich bei niederströmenden Regen beimischt, und erzeugt Electricität, weshalb Blitze nach allen Richtungen aus solchen Wolken zucken, Donner rollen und wolkenbruchartiger Regen niederstürzt.

Dieser aus den Kraterklüften hervordringende Dampf bildet die Fumarolen, welche 80 % Stickstoff, 14—26 % Sauerstoff, $\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ % Kohlensäure u. s. w. enthalten. Schwefelige Säure kommt aus großen Tiefen und erzeugt Solfataren, besonders in porösem Kalke, der sich dann in Gips verwandelt, aus welchem man Alaun bereitet. In den Solfataren Armeniens und Hochasiens entstehen Schwefel und Ammoniak, in denen am Baikal- und Kaspisee Kohlenwasserstoffgas, weil die Dämpfe durch Steinkohlenlager gehn. In Toscana quellen in einem Raume von 3 Stunden Wasser mit Borsäure hervor, die man an manchen Stellen benutzt, um die Dampfkessel bei der Abdampfung des Borwassers zu heizen. Heiße Wasserdämpfe zersetzen die Chlormetalle und es bilden sich dann Salzsäure, Salmiak, Kochsalz, Chloreisen und Chlorkupfer. Doch hat jeder Vulkan seine Besonderheiten und eigenthümlichen Produkte, welche dann wohl das Gestein zersetzen und die Trümmer als Schlamm fortschaffen. Durch Sublimation setzen sich diese Bestandtheile des Wasserdampfes, der großen Druck ausübt, als feste Stoffe in Klüften und Spalten ab und sind nun den Wirkungen des atmosphärischen Sauerstoffs ausgesetzt.

Studer hat die Arten und Namen der verschiedenen Gasquellen, sowie die verschiedenen Erklärungsversuche zusammengestellt. Die Einen suchen die Hauptursache in der Einwirkung des Meerwassers, Andre in allgemeinen chemischen und vulkanischen Vorgängen, in der Einwirkung der atmosphärischen Luft und des Wassers auf Cyan-, Chlor-, Fluor und Schwefelmetalle.

Jedenfalls stehn solche Gasquellen mit vulkanischen Erscheinungen in Verbindung und bezeugen, daß große chemische Prozesse in Folge der Hitze im Erdinnern vorkommen. Man nennt diese Wasserdampfausströmungen in Italien Fumachi, Fumajuoli, Fumarole oder Bulicami. Die Bodenspalten, aus denen sie in kurzen Zwischenräumen mit dumpfem Getöse aufsteigen, heißen Suffioni und lassen das Wasser in Kegeln aufbrodeln oder als Springquell aufsteigen, und die Pfützen des schwarzgrauen Schlammwassers haben in Toscana, wo sie bei Monte Rotondo, Castel nuovo u. s. w. vorkommen, den Namen Lagoni. Zuweilen treten die trocknen Dämpfe aus festem oder erweichtem Boden und schleudern Steinchen klafterhoch empor. Mitunter brechen sie sich neue Ausgänge. Am Monte Rotondo liegen 10—20 Teiche und viele trockne Oeffnungen staffelförmig am Abhange eines durchschnittenen Hügellandes entlang, hüllen die vegetationslose Gegend in graue Nebel, die nach Schwefel und Lauge riechen, überziehn den Boden mit einer verhärteten Schlammkruste, aus welcher zuweilen ein Fels aufragt. Der Boden ist brennend heiß und hallt unter den Tritten wieder, und unter der Schlammkruste liegt flüssiger Schlamm, in dessen heiße Masse der Darüberschreitende zu versinken fürchten muß. Die Boraxsäure ist entweder aufgelöst im Wasser enthalten oder bedeckt als weiße und gelbe Blättchen den Rand der Lagoni, außerdem bilden sich Massen von Gips, Alaun, Eisenvitriol, Bittersalz und setzt sich krystallisirter Schwefel in den Spalten und am Boden ab.

Aehnliche Gasquellen strömen aus bei S. Filippo, am Epomeo auf Ischia (Stufe, d. i. Dampfbäder), in Höhlen bei Bajä (Bäder des Nero), aus Solfataren, an der Westseite von Lipari, auf Sicilien, aus dem Bimsteingebirge der Vulkaninsel Pantellaria, aus der Traventinquelle Hamm am Mascontin in Constantine. Auch die Fumarolen der Kraterspalten und Laven, aus denen weiße Nebel emporquellen, enthalten Wasserdämpfe, wie die Spalten der Kalkfelsen bei Montpellier. Dagegen steigt Stickgas — täglich 3000 Kubikfuß — aus den 15—20 Volcanitos (3—4 Meter hohe, flache Schlammkegel aus schwarzem Thonschiefer), die man in einer Lichtung des Waldes von Turbaco findet. Jeder Kegel hat eine Oeffnung von ½—2 F. Durchmesser und enthält Schlammwasser, welches von Zeit zu

Zeit unter dumpfem Getöse aufbrodelt und über den Kegelrand abfließt. Es steigen in wenig Minuten Luftblasen auf, welche Stickgas enthalten.

Kohlensäure, welche dem durchlöcherten Boden am linken Weserufer von Karlshafen bis Vlotho entsteigt, steht in der Dunsthöhle bei Pyrmont 2—8 F. hoch, quillt aus den tief eingeschnittenen Thälern der Eifel, sowie am und im Lachersee, am stärksten im Wehrthale als der Mitte des ehemaligen Kraters. Die Gasquelle im Brohlthale stößt nach Bischof täglich an 5500 Kubikfuß Gas aus, die Umgegend des Lachersees täglich 5 Mill. Kubikfuß, das Bohrloch von Neusalzwerk jährlich 24 Mill. Kubikfuß. Die größte Menge überhaupt entströmt dem großen Moorlager hinter dem Badehause zu Marienbad.

Kohlensäure, vom Bergmann als „böser Schwaden" gemieden, stoßen Laven und Vulkane aus, besonders in den Klüften der vulkanischen Auvergne und Vivarais, in den Mofetten Toscanas, der Hundsgrotte am Agnanosee bei Neapel, den Todesgruben bei Schuls in Unterengadin, der Schwefelhöhle zu Büdöshegy in Siebenbürgen, da sie nach Bischof durch Umbildung des kohlensauren Kalks entstehen.

Die Solfataren der Vulkane dienen als Schwefelgruben, denn von dem Gas setzt sich Schwefel als krystallinischer, faseriger oder dichter Ueberzug an den Wänden und an dem Boden ab, oder durchzieht das Gestein in Adern und Nestern. Aus den 1—5 F. hohen Schlammkegeln eines Thonhügels der Insel Trinidad fließt unter Erzittern des Bodens und Getöse eine weiße Masse ab, die sich als Schwefel, Kupfervitriol und Gips krystallisirt. Auf Java stehn neben den Salzquellen von Kuhoo auf einer Schlammfläche halbkugelige Kegel von 10—18 F. Höhe, welche von Zeit zu Zeit aufbrechen, weißen Rauch ausstoßen und Schwefelwasserstoff nebst großen Schlammmassen ausfließen lassen. In der Kluft des Telaga-Wörno-Sees steigen geräuschlos aus zahllosen Spalten Dämpfe, welche Schwefelkrystalle und nadelförmige Schwefelblumen absetzen. Die Solfatara der „brennenden Fläche" am Thian Schan hat 5 Stunden Umfang, läßt schwarzen Rauch aufsteigen und zündet brennbare Körper an, wenn man einen Stein in den trüben Pfuhl wirft. Auch aus manchen Bohrlöchern entströmt dieses Gas und läßt sich entzünden, da

sich, wie man annimmt, Schwefelmetalle im Erdinnern durch Wasser zersetzen.

Die Kohlengruben erzeugen oft das verderbliche „schlagende Wetter“ oder den „feurigen Schwaden“, welchen man Sumpfgas nennt, wenn er aus Sümpfen emporsteigt. Auch aus Bohrlöchern bricht er zuweilen hervor und leuchtet Monate lang, weshalb man ihn in manchen Bergwerken zur Beleuchtung benutzte. Brennbare Gasquellen kennt man in den Apenninen, in Ungarn und Siebenbürgen und anderwärts. Manche wurden früher als Weltwunder beschrieben, z. B. die Feuer auf dem Apenninenrücken bei Pietramala und Barigazzo, die brennende Quelle von Barthelemy bei Grenoble, die aus zahllosen feinen Rissen des rothen Schiefers hervorbricht, so daß der ganze Boden in 1—4 Fuß hohen Flammen steht, die zahllosen Flammen von Baku auf der Halbinsel Abscheron am Westufer des Kaspisees. Der Feuerbrunnen Jualamuki im Pendschabgebirge, die Feuerbrunnen der 3000 Fuß tiefen Salzbohrlöcher bei Sutschuan und die brennenden Brunnen von Dschittagong, die Blasensäulen durch kaltes Wasser aufsteigen lassen, worauf das Gas an der Luft sich entzündet, sind Gasquellen. Beim letzteren giebt es eine Stelle, wo bei jedem Fußstampfen Feuer aus dem Boden hervorbricht. In Neu-York sammelt man im Dorfe Fredonia das Gas zur Beleuchtung. Wo es Schlamm ausstößt, entstehn Schlammvulkane und Salsen, wie z. B. in den Sümpfen des javanischen Surabaya zwei 40 Fuß hohe Schlammvulkane von 1000 Fuß Durchmesser auf dem Gipfel einen Schlammteich von 20 Fuß Durchmesser tragen, aus welchem 3—6 Zoll dicke Luftblasen aufsteigen. Mitunter brechen in solchen Vulkanen krachend und bodenerschütternd Eruptionen aus, welche man meilenweit hört. Die Flamme des Baklichli auf der Halbinsel Taman erhellte die Umgegend, ließ eine schwarze Rauchsäule aufsteigen und schleuderte Erdstücken und leere Kügelchen weit umher.

Solche Erscheinungen weisen auf die Wirkungen der Vulkane hin, welche wir nun darzulegen haben.

Laven und vulkanische Asche.

Die Laven, welche aus dem Innern der Erde hervorquellen und aus den Vulkanen ausrinnen wie Bäche und Flüsse oder in die Höhe geschleudert werden, enthalten natürlich Bestandtheile des Erdinnern, über welches sie also gleichfalls belehren.

Die Forscher sind darüber einig, daß die Grundmasse der Lava aus kleinen Krystallen besteht, welche durch Wasserdämpfe flüssig gemacht, von Kluft zu Kluft emporgehoben und dann ausgestoßen werden aus den Oeffnungen der Vulkane. Selbst die Basalte enthalten in ihren Poren Wasser, welches Seewasser zu sein scheint, da es Kochsalz und andere Bestandtheile des Meeres enthält, welche je nach der Hitze in verschiedener chemischer Form erscheinen und sich zuletzt als Ueberzug an den oberen Kraterspalten absetzen. Nach jedem Ausbruch des Hekla sammeln die Isländer an dessen Hängen Kochsalz. Deville unterscheidet vier Hauptstufen der Gluthitze, von denen jede ihre besonderen chemischen Erzeugnisse hat, wogegen die festen Bestandtheile aus Felsmassen bestehn, die bei der Hitze erweichten. Ehrenberg fand sogar kleine Seethiere in den vulkanischen Produkten, wodurch die Mitwirkung von Meerwasser bei vulkanischen Ausbrüchen dürfte erwiesen sein.

Unentschieden bleibt noch die Frage, woher jene Krystalle stammen. Basalte, Trachyte und vulkanische Asche kommen nur in Gebilden der neueren Felsarten vor; dagegen sollen Granite und die übrigen krystallinischen Gesteine die älteste halbflüssige Lava sein, denen später Porphyre, Trapps, Trachyte u. s. w. folgten. Chemiker sehen indessen in den verschiedenen Gesteinen nur Umwandelungen derselben Urstoffe. Reclus bezweifelt es, daß die Laven aus dem Feuerheerde des Erdinnern stammen, da benachbarte Vulkane ihre besondern Ausbrüche und eigenthümlichen Auswurfsstoffe haben, mithin nicht aus einem gemeinsamen Becken stammen können. Es scheinen die Vulkane Süditaliens vom Aetna bis Vesuv auf einer gemeinsamen Spalte zu stehn, deren Hauptheerd die Liparischen Inseln sind. Gegenwärtig müssen aber diese alten Verbindungskanäle verstopft sein, weil jeder Vulkan seine besonderen Ausbrüche hat. Im Jahre 1865 waren zwar Aetna und Vesuv zu gleicher Zeit in Thätig-

keit, doch ruhte der Vesuv grade zu der Zeit, als der Aetna am ärgsten tobte, und begann wieder, als die Laven des Aetna bereits erkaltet waren. Als der Aetna seinen Kegel spaltete, empfand man zwar auf Stromboli heftige Stöße, und tobten die Feuerwogen im Krater heftiger, doch bemerkte man im nahen Volcano keine Zunahme der gewöhnlichen Thätigkeit des Vulkans.

Weil die Laven uns über das Erdinnere viel Aufschluß geben können, so hat man sie nach verschiedenen Beziehungen hin untersucht. Im Allgemeinen bestehn sie aus Alaun- oder Magnesiasilicaten, denen Soda, Kalk, Eisenhydroxyt u. s. w. beigemischt sind. Herrschen Fedspathe vor, welche der Lava eine weißliche, graue oder gelbliche Farbe geben, so heißt das Gestein Trachyt; dagegen nennt man die Laven Basalte, wenn sie schwerer, dunkler und gedrungener sind und besonders Augitkrystalle, Hornblende und Titaneisen enthalten. Trachyte bilden dom- oder glockenartige Berge. Die Vulkane der südamerikanischen Anden, der Sunda-Inseln, auf Lipari und Volcano werfen vorzugsweise hellfarbige Trachyte und Bimssteine aus, die zuweilen ganze Hügel bilden, Berghänge vom Gipfel bis zur Sohle bedecken und bei der geringsten Erschütterung in wirren Haufen niederrollen. Zuweilen bedecken Bimssteine das Meer in solcher Menge, daß dasselbe wie von Schaum überzogen aussieht, und der Amazonenstrom führt sie oft in solcher Menge mit sich, daß die Indianer sie für festgewordenen, erhärteten Schaum halten, dem der Bimsstein dem Aussehn nach gleicht, wogegen Obsidian wie schwarzes Glas erscheint, welches zuweilen gar durchsichtig ist.

Bei langsamem Fluß erhärtet die Lava zu Pechstein. In dem arabischen Dschebel Hauran steht auf der Lava eine ungeheure Menge von rothen Nadeln von 5 Fuß Höhe, die sich in verschiedener Stellung gegen den Boden neigen und von Weitem wie erstarrte, vom Winde niedergedrückte Flammen aussehn, wogegen die Lavaflocken am Vulkan Hawaii's gar weißlichen Hanffäden gleichen. Alte Basalte bilden Säulen von regelmäßiger Form. An Irlands Küste stehn 40000 solcher Prismen neben einander als Riesenstraße, da sie oben gleich abgeschnitten sind wie Pflastersteine. Die Fingalshöhle der Insel Staffa ist aus Basaltsäulen von 150—600 Fuß aufgebaut, durch welche das Meer sich einen Kanal bahnte, und daneben

stehn kleinere, auf denen man in diese Kanalhöhle hineingehn kann. Diese Basaltprismen stehn senkrecht oder wagerecht oder fächerartig, und zu Samoskö in Ungarn gleichen die Basaltmassen einem Wasserfall, über dessen Absturz eine Basaltkuppel schwebt, deren prismatische Strahlen nach allen Seiten auseinandergehen. Uebrigens wechseln die Formen der Prismen je nach der Oertlichkeit, und in der Eifel heißt eine solche Basaltmasse wegen ihrer eigenthümlichen Form Käsekeller. Auch vulkanische Tuffe, getrockneter Thonschlamm u. s. w. nehmen bei der Zusammenziehung prismatische Form an.

Das Fließen und Erkalten der Lava an der Luft beobachtete Leop. v. Buch. Die Lavaschlacken bleiben haften als unzusammenhängende Lappen und Flocken, sind faserig lang gezogen, sehr aufgeblasen und unregelmäßig und bilden die Kruste des glühenden Stromes. Diese erkaltete Rinde erschwert dann das Weiterfließen, da sie einen Sack oder Damm bildet, in welchem sich die Lava vorwärts drängt. Am Rande gesehen gleicht sie einem Längsdamme oder einer Moräne und bezeichnet die Höhe des Stromes. „Die Rinde selbst biegt sich, zerreißt, wird durch einander gewühlt und ist von jener wilden Rauhigkeit, die man cheire nennt. Auf geneigter Fläche wird die Rinde fester und weniger rauh, hält die Lava mehr auf, daß sie erkaltet und prismatische Säulenform annimmt. Steigen Lavaströme im Innern eines Berges auf, so setzen sich die Säulen wagerecht im rechten Winkel an den Wänden der Spalten an, in Lavaströmen selbst stehn sie lothrecht zwischen den wagerechten Erkaltungsflächen oben und unten.

„Lavaströme fließen langsam und erkalten schnell an der Oberfläche. Daher konnten sich die Nonnen des Klosters Torre del Annunciata über die Lava flüchten, als das Kloster niederbrannte. Vom Vesuv herab floß 1805 die Lava in 3 Stunden 35,000 Fuß weit, an einer andern Stelle in 1 Stunde 4000 Fuß, vom Aetna ein 1200 Fuß breiter Strom in 1 Stunde 1750 Fuß. Erstarrende Laven rücken täglich nur 1 Fuß weit vor, und je stärker die Bodenneigung ist, desto schmaler und seichter wird der Strom, der dagegen bei geringem Gefälle anschwillt. Am Aetna stieg 1669 ein Lavastrom herab, der 100 Fuß breit und 1½ Meile lang war; vom Skaptar auf Island

flossen 1782 nach zwei Richtungen Ströme von 600 Fuß Höhe, 20 Meilen Länge und 3 Meilen Breite. So lange die Lava frisch ist, stoßen Fumarolen auf, und manchmal bläht sich im Strome eine hohle Säule auf, welche Dampf ausstößt und an der Oberfläche aus wild durch einander geworfenen Schlackenstücken und eingeschmolzenen Trümmern besteht." Der Aschenstaub des berstenden Vulkans Cosequina in Mittelamerika bedeckte weithin das Meer, und man schätzt seine Menge auf 20 Millionen Kubikfuß, die ganze weggeschleuderte Masse auf 250 Milliarden Kubikfuß. Dabei herrschte 43 Stunden tiefe Finsterniß, welche nur Blitze und die rothe Lavagluth durchbrachen. Menschen und Thiere flohen im Finstern nach den Sümpfen der Fonsecabai. Im Allgemeinen darf man annehmen, daß die Lava als wässerige Flüssigkeit aus dem Krater der Vulkane emporgeschleudert wird in der Lüft sich abkühlt, eine zähe Oberhaut bekommt, sich ausdehnt, bis sie zerreißt und in den Krater zurück- oder auf die Berghänge niederfällt.

Hoffmann beobachtete, wie 20 Fuß lange Lavafetzen emporflogen, sich ausdehnten und zerrissen. Montecelli sah eine 5 Fuß dicke Lavasäule 3 Tage lang wie einen schwebenden Springbrunnen 35 Fuß hoch über dem Kraterschlunde stehen, und in Java überzog einst eine elastische Lavadecke den Kraterboden, blähte sich bei jeder Dampfexplosion auf, sprang in der Mitte auf, um die Dämpfe durchziehn zu lassen, und schloß sich dann wieder. Solche Lavafetzen bedecken beim Niederfallen den Boden oft meilenweit, und je nach der Beschaffenheit der Kraterröhre erfolgen solche Auswürfe stoßweise und schnell oder in Pausen. Beim Auffliegen erstarren diese Fetzen zu unregelmäßigen, gewundenen, blasigen Schlackenstücken mit rauhem, schwammigem Aeußeren und glasigem oder emailartigem Ueberzuge. Fliegen sie beim Aufsteigen seitlich oder kreisend, so ballen sie sich zu vulkanischen Bomben zusammen, d. h. zu kugeligen, birn- oder zapfenförmigen Gebilden. Erkalten sie minder rasch, so fallen sie als scheibenförmige Schlackenfladen nieder, d. h. als breite löcherige Lavakuchen oder runde Schollen von 2—10 Fuß Durchmesser und $^1/_2$—$1^1/_2$ Zoll Dicke. Manchmal wachsen diese Auswürflinge zu Blöcken von 8—10 Fuß Durchmesser an oder zerstieben zu Sand, während die Bomben faust- oder kopfgroß, selten aber

über 200 Pfund schwer werden. Kleinere Brocken von eckiger oder abgerundeter Gestalt, die man in Neapel Lapilli oder Rapilli nennt, sind hasel= oder wallnußgroß und werden durch weitere Zerreibung zu vulkanischem Sande.

Diese unaufhörlich auffliegenden, rothglühenden Lavamassen sind nach Naumann die Ursache, daß dieselben in der Entfernung wie ein feststehender Feuerstrom erscheinen, zu welchem sich die dicht hinter einander aufschießenden Feuerlinien der Lavafetzen vereinigen. Da viele Massen seitwärts fliegen, so breitet sich die ganze Masse oben büschelförmig aus zu den Feuergarben einer Girandole. Solche Auswürflinge, unter die sich auch abgerissene Stücken der Lavawände und Trümmer des zersprengten Lavawalles gesellen, fliegen zuweilen 10000 Fuß hoch und schräg $1^3/_4$ Meile weit, so daß sie ganze Gegenden verheeren, wenn sie als wüster Trümmerhaufen den Berghang hinabrutschen.

Streift die Lava an den Kraterwänden an oder zerreiben sich die auffliegenden Lavabrocken, so werden sie zu braunrother oder gelber vulkanischer Asche, welche das Ende eines Ausbruchs anzeigt, da erstarrende Lava leichter zu Staub zerkleinert wird. Flüssige Lava zerstiebt nach Menard de la Groye's Ansicht zu Asche, weil die Krystallisation der Masse durch lange, heftige Bewegung gestört wird. Nach jeder Explosion steigt daher aus dem Krater ein großer, scharf abgegrenzter, rundlicher Wolkencumulus auf wie der Pulverdampf aus einem abgeschossenen Gewehre, bläht sich weiter auf, je höher er steigt, und dann folgen immer neue Wolken so schnell hinter einander, daß sie beim Niedergehn zu einem Aschenregen werden können.

Anfangs steigt die Aschenwolke senkrecht empor, bis die Steigkraft aufhört, doch kann die ermattete Masse nicht niedersinken, weil stets neue Wolken nachfolgen, sie muß vielmehr seitwärts ausweichen, bis ein Luftstrom die weit ausgebreiteten Wolkenschichten zu jenem Schirmdach aus einander treibt, welches man Pinie nennt. Diese ist nach Buch „eine düstre, hehre Gestalt, deren Schatten bald die ganze Gegend in eine Finsterniß hüllt, durch welche die Sonne höchstens wie eine matte, blutrothe, oder brandgelbe Scheibe hindurchschimmert, und nicht selten am hellen Tage völlige Dunkelheit eintritt". Aschenmassen dringen in wirbelnder Bewegung wie Wolkenballen aus dem Krater

hervor und drehn sich mit ungeheurer Geschwindigkeit um ihren Mittelpunkt, wogegen die Lava aus Seitenspalten des Bergabhanges hervorquillt, weil die erschütterten und gelockerten Kraterwände dem Druck der aufquellenden Massen nicht widerstehen können. Beim Niederfallen bedeckt die Asche oft ungeheure Strecken. Der Aschenregen des Tomboro auf Sumbava verbreitete über 200 Meilen weit Finsterniß und ließ die Asche 240 Meilen weit in solcher Menge niederfallen, daß sie 9 Zoll bis 4 Fuß hoch lag. Ein englisches Schiff fuhr 19 Stunden lang durch die niederfallende Asche, die fußhoch auf Schiff und Meere lag, welches sich außerdem noch 2 Fuß hoch mit Bimsstein bedeckte. Junghuhn berechnet sie auf 45 Billionen Kubikfuß. Demnach könnte man aus ihr 185 Berge von der Höhe des Vesuv bilden. Ein Vulkan Centralamerikas verdunkelte 170 Meilen weit den Himmel durch seine auffliegende Asche, und Bimsstein fand man in einer Entfernung von 230 Seestunden auf dem Meere, und die Asche flog bis Jamaica. Als der Vulkan auf St. Vincent Asche auswarf, ward es 30 Seemeilen davon auf Barbados stockfinster. Der Vesuv warf 1839 so viel Lapilli aus, daß man diese Auswurfsmasse auf 58 Millionen Kubikfuß berechnete, so daß man aus ihr einen Bergkegel von 153 Fuß Höhe und 1213 Fuß Grundfläche hätte aufbauen können. Doch der aufgeschüttete Kegel Monte nuovo enthält 22mal mehr Masse. Der Galungun verschüttete 1828 einen Raum von 5 Meilen und 144 Dörfer mit Asche und Schlamm, welche so schnell kamen, daß sich von den Menschen nur diejenigen retten konnten, welche am Rande jener Fläche wohnten.

Die Lava sucht sich verschiedene Ausgangsstellen. Bricht sie tief am Fuße des Vulkanes durch, so spritzt sie wie eine Fontaine in Strahlen hervor und zwar so lange, als ihr Niveau im Innern des Berges höher steht als die Durchbruchsstelle. Tritt sie dagegen am Rande des Vulkanes aus, so entsteht ein kleiner Auswurfskegel. Auch öffnen sich Spalten und Schlünde, aus denen ein zäher, honigartiger Lavabrei hervorquillt, des Nachts wie ein Feuerstrom leuchtet und die Wände der Durchbruchsstelle glatt reibt oder tiefe Scharten einreißt. Neigung des Bodens, Breite und Tiefe des Bettes bedingen die Art des Fließens und der Schnelligkeit desselben (3 Fuß in 1 Stunde

bis 7 Fuß in der Secunde). Dabei breitet sich der Feuerstrom hier aus, dort staut er sich auf, hier bildet er Kaskaden, dort Nebenarme, da er den Einsenkungen des Bodens folgt. An der Mauer Catania's staute sich einst die Lava 60 Fuß hoch auf und stürzte dann als Feuerfall in die Stadt nieder, während ein anderer Lavaarm die Stadt umfloß und dann in's Meer stürzte. Man hat solche Feuerkaskaden von 100 — 900 Fuß Höhe gesehn.

„Flüssig wie geschmolzenes Metall tritt die Lava aus dem Vulkane, erkaltet aber schnell, bedeckt ihre Oberfläche mit Schlacken, zwischen denen hier und da die Feuermasse hindurchglüht. Nach und nach werden die Schlackenschollen größer und bilden eine zusammenhängende Schlackenkruste wie einen biegsamen Panzer, der wohl hier und da einmal aufreißt, aber sich bald wieder schließt, worauf anderwärts neue Spalten erscheinen. Dabei ist die ganze Oberfläche in fortwährender Bewegung. Hier schwellen Blasen auf, zerplatzen und lassen ihre zerborstenen und aufgerichteten Ränder zurück, dort treiben Schlackenschollen vorwärts, Furchen hinter sich pflügend oder halbflüssige Lava zu tauartig gewundenen Gestalten ausziehend. Hier treiben einzelne Lavablöcke langsam sich drehend in der zähen Gluthmasse, dort thürmen sie sich zu Hügeln auf; hier faltet sich die Oberfläche in tiefe cylindrische Kanäle parallel mit dem Strome, dort entstehen Querrunzeln und Wulste vielfach hinter einander; hier endlich gestalten sich cylindrische, kolbig geschlossene Schläuche, dort langgezogene Säcke. Daher erhalten denn die Lavaströme in demjenigen Theile ihres Laufes, wo dieser Kampf zwischen flüssiger und halb erstarrter Lava am Stärksten ist, ein außerordentlich wildes und rauhes Ansehn, eine sehr unebene und zackige, zerrissene und zerborstene Oberfläche. Auch häuft sich in der Regel zu beiden Seiten der Lavaströme eine große Menge von Schlacken auf, so daß sie von zwei, neben einander herlaufenden Schlackendämmen wie von Wällen oder Seitenmoränen eingefaßt ist. Doch auch die Unterfläche erhält eine Schlackenkruste, ein verworrenes Gemenge von Schlackenstücken und dazwischen eingedrungene Lavamassen, so daß sich die Lava wie in einem Schlammsacke bewegt, der sich mit dem Fortschreiten des Stromes verlängert oder auch hier und da zerreißt. Am unteren

Ende fällt die Lavamasse steil ab oder wird von einem Widerstande nach oben gedrängt, wobei abfallende Schlackenschollen dicht vor ihr niederstürzen.“ (Naumann.)

Ohne Gefahr kann man über die erstarrte Lavakruste gehn, wenn auch die Masse unter ihr noch rothglühend ist. Die von der Lava umflossenen Bäume verkohlen, die frei stehenden aber verbrennen. Als Torre del Greco von einem Lavastrome überfluthet wurde, veränderten sich die Metalle wie im Schmelzofen, obschon die Lava bereits einen Weg von 6 Stunden zurückgelegt hatte. Das Innere der Lavaströme bleibt 30—80 Jahre und länger noch glühend. Daraus folgern Manche, daß die Krystalle der starren Kruste sich bereits im Erdinnern gebildet habe und nur durch Wasser in Fluß gerathen sei, wogegen Andre meinen, die hohe Temperatur im Erdinnern bewirke den Schmelzungsprozeß.

Die Massen, welche den Vulkanen als Lava entfließen, sind oft sehr bedeutend. Torre del Greco ward von einer Lavamasse verheert, welche 27000 Fuß lang, 2000 Fuß breit und 40 Fuß hoch war, also 457 Millionen Kubikfuß Masse enthielt. Da nun ein Nebenarm derselben noch halb so viel Masse enthielt, so kann man das Ganze auf 685 Millionen Kubikfuß veranschlagen, aus denen sich ein Würfel von 882 Fuß Höhe bilden ließe. Manche Lavaströme erreichten die Länge von einigen Meilen, andere eine Masse von 2000—2500 Millionen Kubikfuß. Ein Lavastrom des Skaptar auf Island füllte ein 400—600 Fuß tiefes Thal, dann ein Seebecken, schmelzte ein altes Lavafeld, bildete Kaskaden, theilte sich und war im Ganzen 18 Meilen lang, 1½ Meile breit und 100 Fuß hoch. Sartorius fand in Island Lavalager von 20 Meilen Länge und 5 Meilen Breite, und noch größere Lavafelder finden sich im Innern dieser wunderbaren Insel. „Alle zeigen“, sagt er, „das grauenvolle Bild einer schauerlichen Wüste und unheimlicher Wildniß. Ihre schwarzen Schollen thürmen sich in phantastischen Gestalten über einander. Indem sie sich gegen Felsen und den Fuß eines Gebirges anstemmen, gleichen sie in ihren Formen dem Eisgange riesiger Ströme zur Frühlingszeit. So liegt dieses Chaos seit Jahrtausenden brach für alle Vegetation oder trägt höchstens Kryptogamen oder flach am Boden hinkriechende wollige Weiden und Birken.“

Der Kilauea warf 1840 an 25 Milliarden Kubikfuß Lava aus, der Skaptar 1783 eine Masse so groß als der Montblanc, der Aetna 1669 5 Milliarden Kubikfuß. Auf der kleinen Insel Lancerote erhob sich im Jahre 1730 ein Berg, der 14 Tage lang Feuer spie, dann Lava ergoß, bis sich endlich ein ungeheurer Fels erhob unter Lavaergüssen und Ascheuregen, wobei eine Menge Fische starben und verwesend den Strand bedeckten, Feuersäulen aus dem Meere aufstiegen. Erst 1836 hörten diese Lavaergüsse auf.

Cordier meint, da die Erde zunehmend erkalte und sich dabei zusammenziehe, so presse sie durch die Spalten ihrer Rinde die flüssige Masse des Erdinnern als Lava aus, aber sie verenge sich in 1000 Jahren nur um einen Centimeter. Trifft Lava unterwegs mit Wasser zusammen und verwandelt dasselbe plötzlich in Dampf, so erfolgen Explosionen und bilden sich dadurch in der Lava trichterförmige Schlünde. Stürzt ein Lavastrom dagegen ins Meer, so verursacht er kein großes Geräusch, weil das Wasser schnell verdampft, die Lava rasch erkaltet. Dabei verlängert sich aber die Schlackenhülle, wenn die Lava weiter ins Meer vorrückt, und wo jene Hülle zerreißt, halten starke Dampfentwickelungen das Wasser vom Eintritt in die Spalten der Hülle ab, dabei wird das Meer zurückgedrängt, und die erstarrte Lava bildet ein Vorgebirge.

Durch Hindernisse und Gräben kann man die Lava aufhalten oder ablenken, und es kommen dabei eigenthümliche Erscheinungen vor. Am Aetna grünten und blühten auf einer lavafreien Insel im Feuerstrome Bäume, entferntere dagegen welkten und starben ab, weil jedenfalls die unterirdisch vordringende Lava die Wurzeln verzehrt hatte. Ja, es sind Fälle vorgekommen, daß Schnee Jahrtausende lang unversehrt unter der Lava liegen blieb. Bei einem Ausbruche des Aetna 1843 kamen 63 Menschen um, welche zusehen oder retten wollten; denn sie hatten vergessen, eine Cisterne zu verschütten, deren Wasser sich unter der Lava plötzlich in Dampf verwandelte, welcher die Menschen niederwarf und erdrückte. Als ein Lavastrom 1669 Catania bedrohte, verstärkten die Einwohner die Wälle der Stadt und legten dem Feuerstrome noch allerlei andere Hindernisse in den Weg, indem sie namentlich die Ränder der Rinne des Lavastromes bestiegen, den Rücken der Lavarinde

durchbrachen und dem Gluthflusse neue Wege anwiesen, der wirklich auch nur die Vorstädte verheerte.

Andere Beobachtungen lassen die Gluthhitze und die Kraft der Wasserdämpfe abschätzen. Davy schmelzte in der Lava des Vesuv einen 1/20 Zoll dicken Kupferdraht, einen 1/30 Zoll dicken Silber- und einen 1/20 Zoll dicken Eisendraht. Blei schmolz binnen 4 Minuten in der Lava, in rothglühendem Eisen erst in 8 Minuten. In Torre del Greco schmolz bei der Lavaüberschwemmung im Jahre 1792 aus den Kirchenglocken nur das Zinn, wogegen das Kupfer als unversehrtes Skelett übrig blieb. Der Kultscheff auf Kamtschatka hob der Wasserdampf einen Lavastrom 23500 Fuß hoch. Da nun zur Erzeugung von Lava eine Hitze von 1270° R. nöthig ist, so muß dieselbe aus einer Erdtiefe von 211,665 Fuß stammen. Der Dampf erreicht aber seine höchste Spannung bei einem Drucke von 8000 Atmosphären, so daß derselbe die Lava, wenn sie nur 3 mal schwerer als Wasser ist, 147,855 Fuß heben kann. Doch müssen die Lavamassen höher steigen, weshalb man muthmaßt, daß die Kraterröhre durch ihre schlotartige Enge die Kraft des Druckes verstärkt, indem dieser Schlot wie eine von unten wirkende Luftpumpe arbeitet. Jede Dampfblase hebt die Lavamasse so hoch, als ihre Kraft reicht; weshalb die Lavasäule wieder sinkt, wenn jene Kraft verbraucht ist, bis durch Vereinigung die eingesperrten Dämpfe so viel Stärke gewinnen, um die Lava aus der Kraterröhre hinauszustoßen, wobei sie als roth- oder weißglühende Masse die Hitze von 1270 Grad hat.

Die Laven als Erzeugnisse der Vulkane führen also zur Untersuchung dieser räthselhaften Gebilde der Erdrinde, mit denen sich die Naturwissenschaft lange beschäftigt hat. Hält man doch auch die seltsamen Bergringe der Mondoberfläche für erloschene Vulkane, und zu Athen will ein Astronom sogar den Ausbruch eines solchen Vulkanes beobachtet haben. Ehe wir aber zu diesen übergehen, sind noch manche Vorkommnisse zu beachten. Bereits wurde bemerkt, daß es noch unentschieden ist, ob die Krystalle der Laven bereits im Erdinnern oder erst beim Ausfließen der Lava durch Erkalten entstehen. Die Fumarolen (aus den Rissen und Spalten der Lava aufsteigende Wasserdämpfe) halten oft Jahre lang an, entwickeln sich zuweilen heftig und blähen die Lavakruste zu kleinen Hügeln auf, die dann in regellos über

einander gestürzte Schlackenblöcke zerspringen. Der in ihnen enthaltene Chlorwasserstoff geht allerlei chemische Verbindungen ein, die sich in verschiedenen Formen absetzen gleich dem Schwefel, den man in den Klüften der Vulkane findet. Finden diese Gase keinen Ausweg, so treiben sie große Blasenräume und Höhlen mit glasirten Wänden auf, von denen Lavastalaktiten niederhängen und oft wie polirt funkeln. In Island fand Krug von Nidda eine solche gewundene Höhle von 5000 Fuß Länge, und eine andere entdeckte man auf den Azoren; diese enthält große, über einander liegende Weitungen, die durch enge Schlünde miteinander in Verbindung stehen.

Drittes Kapitel.

Vulkane und ihre Wirkungen.

„Dem neugierig regsamen Menschengeiste muß es erlaubt sein, aus der Gegenwart in die Vergangenheit hinüber zu schweifen und zu ahnen, was noch nicht klar erkannt werden kann." Humboldt.

Die Thätigkeit der Vulkane beginnt gewöhnlich mit dem Ausstoßen von Dämpfen, die man Solfataren nennt, und die oft das ganze Terrain der Kratergegend durchwühlen. „Auf Java," sagt Junghuhn, „findet man brodelnde Schlammpfützen, brausende Fumarolen und Solfataren, unaufhörlich arbeitende Schlammkegel und zischende Thermen beisammen, deren scheinbar regelloses, aber doch rhythmisch sich wiederholendes Getöse betäubt wie der Lärm einer großen, durch viele Dampfmaschinen belebten Fabrik. Ein kreisrunder Krater mit senkrechten Wänden und von 700 Fuß Durchmesser z. B. stößt aus ungemessener Tiefe eine weiße Dampfwolke auf, wobei es in der Tiefe braust und dröhnt wie ein Wasserfall, da aus Hunderten von Löchern, die oft in einer Reihe neben einander liegen, Dampfsäulen hervorschießen."

Die Vulkane verbrauchen ungeheure Mengen von Wasser, da aus allen Spalten und Klüften die bleichen Dampfwolken der Fumarolen zischend und brausend hervorschießen und sich endlich zu einer über dem Vulkane stehenden Rauchsäule vereinigen. Auf hohen Vulkanen schlagen sich diese Dämpfe als Wasser nieder, welches man zuweilen zur Viehtränke oder zum

Fabriksbetrieb benutzte, und die Solfataren (im engeren Sinne) setzen Schwefel ab, wogegen aus andern Vulkanen Kohlensäure entweicht. In Neapel nennt man solche Ausströmungen Mofetten, die oft erst Monate nach dem Ausbruche aus dem Meeresgrunde, Feldern, Wäldern und Kellern aufsteigen, Gasseen von einigen Fuß Höhe bilden, und Bäume und Thiere absterben machen. Plinius, der Beobachter eines Ausbruches des Vesuv, scheint durch solches Gas erstickt zu sein. Dagegen erscheinen brennende Gase so selten, daß ihr Vorhandensein von manchen Forschern geleugnet wird, weil das rothe Feuer nur der Wiederschein der glühenden Lava an der Dampfwolke ist, die über dem Krater schwebt. Zuweilen rauchen aus den tiefsten Punkten der fließenden Lava trockne Fumarolen als sehr weiße, wasserdampflose Dämpfe auf.

Beeinflußt von solchen Dämpfen kocht die Lava im Kraterschlunde auf und nieder, steigt und sinkt in regelmäßigen Pausen und schwillt, wenn sie den höchsten Stand des Steigens erreicht hat, zu Blasen an, welche unter großem Knall platzen, durch die Luft fliegen und endlich klirrend als Steinregen niederfallen, worauf die Lava geräuschlos sinkt. Hoffmann beschreibt diese interessante Scene. „Hellglänzend wie geschmolzenes Roheisen quoll die Lava ruckweise unter puffendem Geräusch aus der Tiefe herauf. Nach jedem Ruck entwich eine dicke weiße Dampfwolke, welche rothglühende Lavaklumpem mit sich fortraffte und zu Tage schleuderte, worauf die Lava wieder etwas zurücksank. Dieses ruhige, fast alle Sekunden taktmäßig wiederholte Spiel wurde in größeren Zwischenzeiten, nachdem sich die Lava höher erhoben hatte, durch eine heftige Explosion unterbrochen, bei welcher die Kraterränder erzitterten, große Dampfmassen unter polterndem Getöse hervorbrachen und Tausende glühender Lavaklumpen bis 1200 Fuß in die Höhe flogen. Unmittelbar nach einer solchen Explosion trat eine augenblickliche Ruhe ein, die Lavasäule schien verschwunden, bald aber stieg sie wieder aus der Tiefe des Schlundes empor, um dasselbe Spiel der Bewegungen zu wiederholen.“ Am großartigsten entwickeln sich diese Erscheinungen in dem kolossalen Krater des Kilauea auf Hawaii. „In der Tiefe dieses Kraters breiten sich mehrere hell leuchtende Kraterseen aus, von denen einer 1500 Fuß breit ist. Seine

Lava wogt in steter Bewegung auf und nieder, und Lavastücke werden von Zeit zu Zeit an 70 Fuß hoch aufwärts geschleudert. In einem zweiten kleineren Lavasee strahlt die aufkochende Lava ein so kräftiges Licht aus, daß es an den darüber hinziehenden Regenwolken einen Regenbogen erzeugt. Die Lava selbst ergießt sich aus dem Rande des Sees so flüssig wie Wasser, theilt sich bei ihrem weiteren Fortströmen in Arme und bildet über Abstürzen des Bodens Kaskaden.. In mächtigen Feuerwogen brandet der eine dieser Seen gegen das Ufer, bis 60 Fuß hoch steigen die Lavasäulen auf, dann wird es ruhig, die Oberfläche verdunkelt sich und scheint erstarren zu wollen. Da zerreißt plötzlich die Decke, flüssige Lava breitet sich abermals aus, in welcher die Schlackenfelder wie Eisschollen im Wasser auf und nieder tauchen und den glühenden Lavasee wieder herstellen."

Man kann sich demnach die untere Seite der Erdrinde derart vorstellen, daß sich an sie große und kleine Schollen erkalteter Lava anhefteten, als plumpe, tief ausgezackte Klumpen und Gewölbe über dem Feuersee des Erdinnern schweben, welcher durch Wasserdämpfe in steter brodelnder Bewegung erhalten wird. Hier und da stürzt ein Gewölbe nieder und erweicht in der Lava, an andern Stellen entstehen durch erkaltende Anspritzungen der Lavawogen an dem Gewölbe neue Gebilde von Zacken, Zapfen, Bogen und gewaltigen Klumpen. Dabei herrscht in diesen kochenden Räumen stete Veränderung, da die verschieden vertheilten Massen nach Gleichgewicht streben, es erreichen, wieder verlieren und von Neuem herzustellen suchen. Da unten waltet die ewige Unruhe widerstrebender Kräfte. Hier stürzen ganze Felsgallerien dröhnend nieder, bewirken ungeheure Brandungen der aufgeregten Lava, so daß die Erdrinde bebt unter dem Anschlagen der gewaltigen Lavawogen und die leichter gewordene Erdrinde unter dem Drucke der Dämpfe zurückweicht, dort dagegen hängt sich Klumpen an Klumpen, bildet abwärts gekehrte Vorgebirge, bis sich die Last nicht mehr in der Schwebe halten kann und niederstürzt. Wie die Gletscher auf den Alpen auf und ab wandern und als Eisberge davon schwimmen, so möge erkaltete Lavamasse auf den Lavaseen umhertreiben, steigen und sinken.

Vulkanische Ausbrüche (Paroxismen).

Die angeführten Thatsachen lassen uns auf die Natur der Vulkane und die Ursache vulkanischer Ausbrüche Rückschlüsse machen. Es giebt erloschene Vulkane und solche, die in neuerer Zeit entstanden, so daß man ihr Werden beobachten konnte. Manche haben Jahrhunderte lang geruht und galten für harmlose Berge, bis sie plötzlich wieder erwachten. Im Kraterkessel des Vesuv lagerte z. B. das Sclavenheer des Spartacus und in seiner Nähe bestanden die Gothen den letzten Heldenkampf gegen die Uebermacht der Griechen und Römer, bis zur Zeit des Plinius der Berg losbrach und Pompeji wie Herculanum unter seiner Asche begrub. Ehrenberg fand in der Lava und im Trachyt mikroskopische Thierchen in Menge, welche der Lava nur durch Wasser konnten zugeführt werden.

Man weiß, daß der Kraterboden voll Löcher, Klüfte, Schlünde und Risse ist, welche tief hinab bis zu der feurigflüssigen Masse des Erdinnern reichen und zuweilen einen sehr gewundenen Weg nehmen mögen, so daß sich die Fall- und Steigröhren leicht verstopfen, sei es, daß die ausgeworfenen und wieder in den Krater zurückfallenden Steine und Lavaklumpen an den stark eingebogenen Krümmungen der Fallröhre sich anhäufen, sei es, daß die von den Dämpfen losgerissenen Steinblöcke der Felswände beim Niederfallen in den Krater sich quer vor enge Krümmungen der Röhre legen und den aufsteigenden Dämpfen den Weg verstopfen. Je enger jene hemmenden Stellen und je stärker die Verstopfungen sind, um so mehr Dämpfe sammeln sich vor ihnen an, und um so kräftiger wird ihr Druck gegen die Seitenwände des Berges. Dieser erzittert unter diesem Andrängen und wird auch wohl an der schwächsten Stelle durchbrochen, wo dann Lava ausfließt. Gelingt es aber den Dämpfen, nach oben durchzudringen, so schleudern sie die Steinmassen der Verstopfung empor und lassen die angesammelte Lava am Rande des Kraters abfließen. „Dann verwandelt sich das Brausen und Poltern der entweichenden Gase in weithin schallende Donner, die Erzitterungen des Kraterberges in zerstörende Erdbeben, die unschädlichen Schlackenauswürfe in länderverheerende Stein- und Aschen-

regen, die ruhig fließenden Lavaquellen in gewaltsam hervorbrechende, Alles verwüstende Lavafluthen." Befinden sich neben den Kraterschlünden ausgedehnte Blasenräume, in denen sich die zurückgehaltenen Gase und Dämpfe ansammeln können, so dauert es lange, ehe ein gewaltsamer Ausbruch erfolgt; steigen dagegen die Kraterröhren senkrecht oder schräg hinab, so wird der Ausbruch beschleunigt. Liegen Höhlungen stufenweise über einander, so wird die Lavamasse ruckweise aus einer bis zur andern gehoben, und es treten Ruhepausen ein, oder die Heftigkeit des Ausbruches läßt zu Zeiten nach. Haben sich viel Auswurfsmassen in der Tiefe angehäuft, so dauert die Zeit des Auswurfs länger. Dabei gehn großartige chemische Prozesse vor sich, entstehen neue Stoffverbindungen, schlagen sich gewisse Stoffe, z. B. Metalle in den Spalten nieder und bilden Erzgänge, oder wandeln sich gewaltige Schichten von Gesteinen um in sogenannte metamorphische Gesteine.

Je länger die Pausen zwischen vulkanischen Ausbrüchen sind, um so mehr Dämpfe sammeln sich an und um so heftiger werden die Ausbrüche selbst. Dann nimmt die Aufregung im Berge zu, die Dämpfe verstärken sich, erschüttern stoßweise den Berg, im Kraterboden öffnen sich neue Spalten und Schlünde, aus denen zuweilen Feuerflammen auflodern, zahlreiche Auswürflinge emporfliegen, während die nach und nach aufsteigende Lava in den Krater eintritt, ihn mit veränderlichem Niveau füllt und die Schlackenauswürfe und Dampfexplosionen unausgesetzt fortdauern. Die Brunnen der Umgegend nehmen ab, Quellen bleiben aus, die Dampfsäule der Dämpfe steigt einige tausend Fuß hoch, breitet sich zur breiten Wolkenschicht der sogenannten Pinie aus und leuchtet des Nachts gluthroth. Unaufhörlich sausen Schlackenstücke durch die Luft, springen Blitze aus den Rauch- und Aschenwolken hervor, rollen die Donner und tost das Brüllen des Berges. Oft gehn dann Wolkenbrüche mit Hagelwetter nieder, da die auffliegende Asche positiv electrisch ist und in den Dampfwolken sich eine ungeheure electrische Spannung erzeugt. Im Erdinnern krachen bald einzelne Donnerschläge, bald rollen unaufhörlich Donner und ist ununterbrochenes Brüllen vernehmbar, welches man über hundert Meilen weit hört. Den Donner des Vulkans auf Sumbava hörte man 95 Meilen weit so deutlich, daß

Soldaten und Schiffe ausrückten, weil man Schlachtendonner zu vernehmen meinte.

Solcher Art sind im Allgemeinen die Ankündigungen vulkanischer Ausbrüche. Einen Ausbruch selbst beschreibt Burmeister in seinen Hauptzügen. „Bei Beginn eines Ausbruchs vernimmt man in der Regel ein eigenthümliches Getöse, das dem Zischen verdampfenden, auf glühende Kohlen geschütteten Wassers gleicht, sich nach und nach bis zu dem Brausen gewaltsam aus engen Mündungen strömender Dämpfe steigert und später in wirkliches Donnerkrachen übergeht, wie wenn man ferne Kanonenschüsse hörte. Mit diesen Geräuschen verbinden sich leise Bebungen des Bodens, die bald zunehmen und sehr heftig sein können. Ein starker Knall, welcher nun zu folgen pflegt, und meistens mit einer plötzlichen Entzündung der Rauchsäule verbunden ist, verkündet dann den wahren Anfang des Ausbruchs, der mit dem Auswerfen von glühenden Massen beginnt. Jetzt füllt sich auch der Kratergrund mit glühender Lava, die absatzweise an verschiedenen Stellen hervorquillt. Oftmals berstet der Boden während des Aufsteigens der Lava, thürmt sich zu kleinen Schlackenkegeln in seiner Mitte oder an den Durchbruchsstellen auf, und stößt unter zunehmendem Geprassel stärkere Rauchwolken auf. Die Rauchmassen verfinstern die Tageshelle, die Sonne wird zur strahlenlosen Scheibe, und feiner Aschenregen, mit Wassertropfen aus der kälteren, minder bewegten Luft gemengt, sinkt nieder, überzieht wie eine Decke die ganze Umgegend und tödtet Pflanzen und Thiere durch seine Hitze, seinen Staub, Schwefeldämpfe und Säuren, welche dem Wasser beigemengt sind. Nun leuchtet die untere Seite der Rauchwolke im Widerschein der glühenden Lava des Kraters, das Getöse wird lauter, die Donnerschläge folgen einander schneller, und die Rauchwolken wirbeln in größere Höhe hinauf. Oft fahren glühende Körper senkrecht durch die Rauchwolken, neigen sich bei abnehmender Flugkraft im Bogen und fallen endlich prasselnd auf die Kraterwände nieder, wo sie zerspringen. Andre theilen sich in der Luft, wenn der Theil der unförmlichen Masse, welcher größere Schwere besitzt, sich vom Ganzen löst, welches gleich aufsteigenden Raketen strahlenförmig in seine Bestandtheile zerstiebt. Schneller und schneller folgen die emporschleudernden Stöße, lauter wird das Knallen, größer

die Menge der aufliegenden Feuerklumpen, und das Geprassel der niederfallenden Bruchstücke, die an einander rennen und beim Zersplittern gleich platzenden Bomben ihre Scherben nach allen Seiten schleudern.

„Endlich tritt das lange gefürchtete Erzittern des Bodens ein, welcher, dem Drucke der eingepreßten Dämpfe nachgebend, sich windet und im Bersten strahlenförmig von der Mitte des Berges aus die angrenzende Ebene nach allen Seiten spaltet. Die Menschen fliehen aus dem wirthlichen Obdach in die aufgeregte Natur. Leicht gewölbt tritt die Lava über der niedrigsten Stelle des Kraters hervor, fließt hier und da herab, schlängelt sich als jäher Gluthstrom langsam an den Wänden des Kegels dahin und entzündet auf ihrem Wege die Gesträuche, welche flackernd emporlodern. Bald folgt der feurige Hauptstrom nach. Unterdessen steigen neue Lavamassen im Krater empor, rücken, sich gegenseitig treibend, dem Lande näher und näher, schweben polsterartig über den niedrigsten Stellen des Randes und stürzen, von Donnern und heftigen Erdschütterungen begleitet, am Feuerstrom nieder. Zugleich thut sich am Fuße des Berges eine Spalte auf, aus welcher springquellartig die Lava aufsteigt unter dem Drucke der über der Oeffnung stehenden Masse und fließt dann breit und mächtig dahin, indem nun der Gluthstrom mit wachsender Gewalt auf der geneigten Fläche sich nach der Ebene hinabwindet. Der majestätische ungeheure Aschenbaum der Pinie bildet die Schlußscene, breitet seine Krone unheilschwanger über die Ebene aus und bedeckt sie mit tödtender Asche. Auf Herculanum liegt diese 70—112 Fuß, auf Pompeji 10—20 Fuß hoch.“

Es entströmen den Vulkanen Dämpfe, Gase und Stoffe aller Art, welche theils chemische Verbindungen eingehn, theils ein verschiedenes Verhalten gegen die Temperatur zeigen, so daß sie nothwendig ein Hin- und Herwogen, Auf- und Absteigen, eine Art Ebbe und Fluth erzeugen müssen, wobei sie nach oben einen Ausweg suchen. Wie die Poren der menschlichen Haut den Gasen des Blutes als Abzugsröhren dienen und Fieber eintreten, wenn die Ausdünstung verhindert wird, so sind heiße Quellen, Spalten und Kraterschlünde die Ausdünstungsröhren der Gase des Erdinnern und Erdbeben gewissermaßen der Fieberfrost der

Erdrinde. Die Beschaffenheit der Erdrinde fördert oder hemmt die Erschütterung des Bodens. Der Ausgangspunkt der Erdbeben rückte von 1797—1803 von Cumana am Mississippi hinauf bis Arkansas und Ohio, und oft wird das Meer emporgehoben, wenn der Boden durch Erdbeben ins Schwanken kommt. Während des Erdbebens von Lissabon empfanden Schiffe in einer Entfernung von 25 Meilen so heftige Stöße, daß die Matrosen $1^1/_2$ Fuß hoch senkrecht in die Höhe geschleudert wurden. Zu Valparaiso wurden bei einem Erdbeben 50000 Kubikmeilen Küste 4 Fuß hoch gehoben, und während des Erdbebens von Cumana zischte und kochte das Meer um ein Schiff, dessen Ankerketten sich um einen Zoll dabei verlängerten. Manche Erdbeben erschüttern die Gebirge ihrer Küsten 300 Meilen weit. Es entsprechen die Gasströmungen der Vulkane den Meeresströmungen in Betreff ihrer Kraft und Richtung. Mallet meint daher, daß die Erdbeben der Durchgang einer Dampfwelle sind, die sich in einem elastischen Stoffe in irgend einer Richtung fortbewegt von der senkrecht aufsteigenden Linie bis zur wagerechten. Sie geht von einem oder mehreren Ausstrahlungspunkten in der Erdkruste aus und hängt bei ihrem Fortschreiten von dem Anstoße und der Vertheilung von Land und Meer ab. — Doch werden wir später eingehender auf diese Erscheinungen zurückkommen.

Nachdem wir die Einzelnheiten vulkanischer Thätigkeit gewissermaßen als Vorspiele haben kennen lernen, wenden wir uns diesen wunderbaren Gebilden der Erdoberfläche selbst zu, die so vielfach beobachtet sind, ohne daß man ihre Natur unbestreitbar sicher hat auffassen können. Waghalsige Forscher sind sogar in den Krater hinabgestiegen, indem sie hofften, dort Einsicht in die Geheimnisse dieser Feuerberge zu gewinnen, aber sie fanden nur erstickenden Qualm, zerrissenen, heißen Boden, niederklappernde Steine, konnten aber in die vielleicht meilentiefe Spalten nicht hinabschauen. Dennoch ist durch fortgesetzte Beobachtungen und Untersuchungen so viel Material an Thatsachen gewonnen, daß wir wohl Schlüsse auf die Natur, die Bedeutung der Vulkane für das Bestehen der Erde und die Ursache der vulkanischen Ausbrüche machen dürfen. Sind dies allerdings nur Vermuthungen, so haben sie doch die größte Wahrscheinlichkeit für sich.

Gestalt und Bedeutung der Vulkane.

„Während die Ueberreste von vorweltlichen Meeresthieren als unverkennbare Spuren ehemaliger Wasserbedeckungen und andere Denkmäler der Umwandlung der Erdoberfläche unbeachtet blieben, zogen die vulkanischen Erscheinungen durch ihre blendende Pracht, ihre betäubende und alle Sinne aufregende Furchtbarkeit die Aufmerksamkeit selbst der rohen Naturmenschen auf sich, denen sie Stoff zu Mythen und Schöpfungssagen lieferten. Dem Naturforscher dagegen bieten sie den Schlüssel zur Enträthselung mancher Naturgeheimnisse, da sie Einsicht in das Innere der Erde wie in die Vergangenheit unsres Planeten gestatten.

„Vulkane giebt es in allen Erdtheilen, unter allen Graden und Breiten, unter dem Aequator und an den Polen, besonders zahlreich aber an den Küsten des Oceans und auf Inseln. Sie werfen überall dieselben Stoffe aus, mögen sie auf hohen Plateaus oder in niederer Ebene stehn, und verbürgen die Richtigkeit der Annahme, daß sich das Innere der Erde noch in feurigflüssigem Zustande befindet.

„Die geographische Vertheilung der Vulkane giebt uns Winke über die wahrscheinliche Natur des Erdinnern. Das Dasein so lang gestreckter und vielfach zusammengesetzter Vulkanreihen läßt es, wie Cordier behauptet, wahrscheinlich finden, daß die Erscheinungen des Vulkanismus von der allgemein verbreiteten feurigflüssigen Masse des Erdinnern bedingt ist, weshalb die vulkanischen Zonen längs derjenigen Striche und Linien vorkommen, wo die Erdkruste die geringste Dicke besitzt und daher nur den geringsten Widerstand zu leisten vermag. Jeder Vulkan ist ein Kanal, durch welchen das Innere des Planeten mit seiner Oberfläche in Verbindung steht. Er spaltet die Erdkruste in ihrer ganzen Mächtigkeit, so daß die Tiefe der Spalte der Dicke der Erdkruste angemessen, die Länge größer als die Tiefe ist. Die Vulkanreihen Nordostasiens dehnen sich 230 Meilen aus, die der Aleuten 190 Meilen, die centralamerikanischen 170 Meilen u. s. w. Daraus folgert man, daß die starre Erdrinde etwa 50 Meilen dick ist und unter ihr feurigflüssige Masse sich befindet. Wo sich Vulkangruppen auf den Kreuzungspunkten mehrerer kurzen Spalten bildeten, da dürfte die Erdrinde weniger dick sein.“ (Naumann.)

Vulkane erkennt man schon an der Kegelform ihrer Gipfel, selbst erloschene Feuerberge bewahren dieselbe, oder sind am Krater, an ihren umhergestreuten Auswürflingen oder der Gesteinart kenntlich. Bei manchen Vulkanen erhebt sich in der Mitte des Kraters ein zweiter Kegel, der einen dampfenden Krater umschließt. Dagegen sind Eruptionskegel, die bei einzelnen Ausbrüchen entstehen, abgenutzt, mehr oder minder zerstört und durchbrochen.

Die vollkommenste Regelmäßigkeit pflegen diejenigen Vulkane zu besitzen, deren Gipfelschlund allein Lava auswirft und sie sanft seine Hänge hinabfließen läßt. Den Stromboli z. B., welcher 4000 Fuß hoch ist und mit seinen Hängen 5—7000 Fuß weit ins Meer hinabreicht, „sieht man mit Bewunderung und Schrecken, besonders wenn er des Nachts wie ein riesiger Leuchtthurm sich über den dunkeln Wogen erhebt. Dann leuchtet der Himmel über dem Gipfel vom Widerschein der Lava, während Wolkenstreifen rund um den Rand des Vulkanes schweben und wogen. Am Tage dagegen betrachtet man mit Wohlgefallen das Ebenmaß seines Baues. Viele Vulkane Java's sind vom Gipfel ab regelmäßig durch 300—1000 Fuß tiefe und breite Rinnen ausgefurcht, welche sich die tropischen Regen nach und nach auswuschen, so daß die Erhöhungen zwischen den Rinnen wie Strebepfeiler oder Gurtbogen eines kolossalen gothischen Domes aussehen."

„Schön gestaltete Vulkane wurden in den Urzeiten göttlich verehrt, und die Hindus meinten, Java sei die Heimat des zerstörenden Gottes Siva, welchem sie in rauchenden Kratern Tempel errichteten. Noch heute findet man unter Bäumen und Gebüsch der Kraterkessel Reste solcher Kapellen. Den Sumbing in der Mitte der Insel hielten die Hindus für den Nagel, welcher die Insel an die Erde heftet, und heute noch wohnen Sivaverehrer in der Sandebene des Kraters Tengger und streuen jährlich an Festtagen Reisopfer in den dröhnenden Schlund. Die Bewohner Neu-Seelands dagegen begraben ihre Häuptlinge auf dem rauchenden Gipfel des Tongariro, indem sie dieselben in den Abgrund stürzen, damit sie bei den Göttern ruhen. In vielen Ländern brachte man den tobenden Vulkanen Opfer an Geschmeide, Kostbarkeiten und Menschen. Vor 300 Jahren stürzte man in

Japan die Christen zu Hunderten in den Krater des Unsen, und als die Spanier Amerika eroberten, hielten ihre Priester die feuerschleudernden Berge für ein Werk des Teufels, gingen in Prozession zum Kraterrand und lasen dort ihre Teufelsbeschwörungen vor. Als aber einst Mönche den Vulkan Momotembo in Nicaragua bestiegen, um seiner Wuth durch ihre Beschwörungen Einhalt zu thun, wurden sie von ihm verschlungen.“ (Reclus.)

Humboldt, Buch, Lyell u. A. halten die Vulkane für die Aufstülpung einer Spalte, für den abgestumpften Rand eines Kanalendes, wogegen Reclus behauptet, daß diese Kegelberge durch Aufschüttungen der Vulkanergüsse entstehen. Man findet in der Lava Blasenräume, und die Wände mancher Berge sind so voller Höhlen, daß jeder Schritt des Bergbesteigers am Boden hallt wie auf einem klangvollen Gewölbe. Nach Fouque verliert jede Lava durch das Entweichen der Gase und des Wassers zwei Drittel an Gewicht, und bilden sich also größere und kleinere Hohlräume. Mithin ist man über die Entstehung der Vulkane noch nicht einig und bedarf es noch fortgesetzter Beobachtungen.

Eben so wenig giebt es bestimmte Kennzeichen, ob ein Vulkan erloschen ist oder blos pausirt, ob Solfataren erloschene oder wieder erwachende Vulkane anzeigen. Bis zum Jahre 79 n. Ch. ahnte niemand, daß der Vesuv ein Vulkan sei. Weinranken überwucherten seinen flachen Kessel, fruchtbare Felder bedeckten seinen Abhang, schöne Städte lagen an seinem Fuße. Von jenem Jahre ab wiederholten sich seine Ausbrüche, bis im 14. Jahrhundert wieder eine Pause von 300 Jahren eintrat. Es wuchsen wieder Sträucher und Gras im Krater, Eichen und Kastanien beschatteten den Gipfel, und die Tümpel heißen Wassers im Krater schienen ungefährlich. Da sandte er 1613 an 7 Lavaströme in das Land und rastet bis heute nicht. Ein Vulkan Java's verhielt sich bis zum 8. October 1822 ruhig. Da öffnete sich bei ruhigem schönem Wetter Mittags 1 Uhr der Berg unter furchtbarem Getöse, und es entstanden furchtbare Ausbrüche. Nicht selten tauchten vulkanische Inseln im Meere auf, häuften ungeheure Schlackenmassen um den Krater an, wurden zur flachen Insel, bis nach wenig Tagen die Meereswellen die losen Steintrümmer wegspülten, oder der Krater unter Explosionen zusammenstürzte,

wobei manchmal ein Theil der Kraterwand stehn blieb, wie es bei St. Helena und Santorin geschehen ist.

Die kleine griechische Insel Santorin, deren Kegel 30 Kilometer Umfang hat, sah man entstehen und zum Theil wieder verschwinden. Als Griechen in alten Zeiten dieselbe besiedelten, bestand sie aus drei Bruchstücken. Thera oder Santorin selbst hat sanft geneigte Abhänge, welche theilweise mit Bimsstein bedeckt sind, wogegen die Kraterwand 1000—2000 Fuß steil ins Meer abfällt. Die Schichten der Gesteine bestehen abwechselnd aus rothen, grünen, gelben, blauen, weißen und schwarzen Streifen, und die andern beiden Inselchen (Theresia und Aspro) deuten den Umfang des alten Kraters an, aus welchem im Jahre 196 v. Ch. die Lavainsel Hiera auftauchte und mit einem Tempel des Poseidon geschmückt ward. Diese Insel wuchs in Folge neuer Erdbeben und heißt jetzt Paläo-Kaïmeni. Neben ihr entstand 1570 die Insel Mikro-Kaïmeni und von 1707—10 mitten im alten Krater Neo-Kaïmeni. Hierauf hoben sich an einzelnen Stellen Bänke, bis sie nur noch 20 Fuß von der Meeresoberfläche entfernt waren. Endlich trieb das monatelange Erdbeben von 1866 den Boden höher empor, Neo-Kaïmeni vergrößerte sich, die Bucht am Dorfe Volcano stieg über das Meer und unter heftiger Erregung des Meeres und Landes tauchten neue Inselchen auf. Dabei schillerte das Meer in allen Farben, todte Fische trieben in Menge umher, heftige Erschütterungen rüttelten an Neo-Kaïmeni, große Steinblöcke flogen umher, Regengüsse verdarben durch die beigemengte Asche die Weingärten, Trümmergestein ward 15000 Fuß hoch in die Luft geschleudert, bis sich endlich unter heftigen Donnerschlägen auf der Insel Georg ein Krater öffnete, aus dessen zersprengtem Gipfel Lava in einer Höhe von 500 Fuß einen Kilometer weit sich ergoß.

Bei Sicilien entstand 1831 die Insel Ferdinandea, welche ein englischer Schiffskapitän für sein Land in Besitz nahm. Doch auch Neapel beanspruchte dieselbe, worüber ein langer diplomatischer Notenwechsel entstand. Ehe dieser zum Abschlusse kam, sank die Insel 1863 1200 Fuß tief unter das Meer, tauchte dann wieder auf, um wieder zu verschwinden, wie es schon 1801 und 1831 vorgekommen war. Auch bei den Azoren tauchte eine Insel viermal auf und unter, um endlich ganz zu verschwinden,

und 1867 trat nur ihr Gipfel aus dem Wasser hervor, stieß Gase und Flammen aus und versank. Die Reste solcher versunkenen Vulkaninseln findet man in allen Meeren. Oft empfinden dann vorüberfahrende Schiffe heftige Stöße, sehen Rauchwolken aus dem Meere aufsteigen, Bimssteine in Menge umherschwimmen, und dann ist Alles vorbei.

Neapel liegt in der Hälfte eines erloschenen Kraters und die phlegräischen Felder enthalten in ungeordneter Vertheilung alte Vulkane. Die einen sind rund, die andern durchbrochen und mit Meerwasser gefüllt; alle gruppiren sich zu ungleichen Haufen, wobei einer über den andern hinausgreift und dadurch der Landschaft ein chaotisches Ansehen verleiht. Hochstetter zählte auf Auckland, einer Halbinsel Neu-Seelands, 61 Vulkane von 800 bis 1000 Fuß Höhe. Ihre Krater dienten den Maoris als Festungen, indem sie die äußeren Hänge abböschten und mit Pallisaden versahen. Jetzt haben Engländer auf diesen alten Vulkanen Landhäuser und Wirthschaftsgebäude erbaut. Der Safa in Südarabien ist ein Chaos von Bergen und Abgründen, steht auf einem Plateau und heißt ein Stück der Hölle. Die Vulkane stehn über den schwarzen Boden zerstreut, doch ihre Krater liegen am Fuße des Berges als schwarze Schlünde von 1000—1500 Fuß Länge und 100—150 Fuß Tiefe, und zwar bald vereinzelt, bald neben einander und nur durch eine Scheidewand von glasartigem rothem oder schwärzlichem Gestein getrennt.

Als Urform eines Vulkans, welche Gestalt er auch sonst haben mag, muß man sich eine Esse oder einen Schlauch vorstellen, der von der Unterseite der Erdrinde bis zu deren Oberfläche reicht. Aus diesem Kanale steigen unterirdische Dämpfe empor, erschüttern durch ihre Heftigkeit die Esse und wulsten deren Mündung mehr oder minder auf, wobei sie dieselbe zugleich erweitern. Diese Wulst wird der Anfang eines Kegels, dessen kesselartige Mündung man Krater nennt. Um den Kraterrand sammeln sich die ausgeworfenen und niedergefallenen Steine an, welche Asche verkittet und auf diese Weise einen Eruptionskegel mit Krater aufbaut. Durch wiederholte Lavaergüsse erhöht sich der Kegel und heißt nun Erhebungskegel, in welchen der Erhebungskrater eingesenkt ist. Die Wallumfassung desselben durchbricht gewöhnlich eine tief einschneidende Scharte, aus welcher

Wasser abfließt. Eine solche vollkommene Kegelform haben der Cotopaxi, der Pic von Teneriffa u. a., wogegen andere Vulkane einen langgestreckten Rücken bilden, auf welchem der Kratergipfel steht, z. B. der Pichincha, Jorullo, Hekla u. s. w. Zuweilen steht im Kessel des Erhebungskraters ein Eruptionskegel, andre wieder haben mehrere Kegel (Aetna, Ararat). Die Abhänge dieser Kegel zeigen Rinnen, Furchen und Schluchten, die vom Kraterrande bis zum Fuße des Berges reichen, dem Regen als Rinnsal dienen oder von Asche und Lava erfüllt sind. Nicht selten tragen auch die Abhänge kleine Eruptionskegel von 400—700 Fuß Höhe, wie deren Sartorius am Aetna 700, Schmidt am Vesuv 30 von 20—240 Fuß Höhe zählten.

Die kreis- oder eirunden Kraterkessel erreichen verschiedenen Umfang und Tiefe (300 Fuß bis $^2/_3$ Meile Durchmesser und 120—1500 Fuß Tiefe) und die Krater selbst verschiedene Höhe. Einige, auf hohen Plateaus stehend, gehören zu den höchsten Bergen, doch wechseln die Krater oft nach Gestalt und Zahl. Von dem schmalen ausgezackten Kraterrande fallen zerrissene und zerklüftete Wände steil ab, zuweilen auch in Terrassen, bis sie den unebenen, mit Schlackenhügeln bedeckten Boden erreichen, welchen Spalten durchsetzen, Schlünde und Abgründe durchbohren, und dessen Gestalt sich mit jedem Ausbruche verändert. Nur erloschene Vulkane pflegen einen ebenen, aschebedeckten Boden zu haben, gleichen also einer Sandwüste mit Staubwirbeln, schroffen Felsklippen, und in die Tiefe klaffenden Schlünden. Selbst Sandsäulen, Sanddünen und Luftspiegelungen kommen in solchen Einöden vor, da eine solche Kraterwüste in Java z. B. eine Meile im Durchmesser hat.

Ein Beispiel, wie Vulkane entstehen, liefert der Jorullo in Mejico, über dessen Werden und Wachsen Humboldt sichere Berichte sammelte. Es hob sich zuerst die Ebene Malpays wie ein flacher Schild von 3 □Meilen Umfang, zu deren nabelförmig aufgetriebenen Mitte ein Einschnitt durch den 40 Fuß hohen Absturz führte. Diesen im Innern hohlen Schild durchsetzen zahlreiche tiefe Spalten, in deren eine sich der Fluß Cuitamba verliert, um weiter unten als Quelle von 62° R. wieder zu erscheinen. Auf dieser Ebene erheben sich viele Kegel (Oefen genannt) von 15—20 Fuß Höhe, welche Wasserdampf ausstoßen,

aus basaltischen Sphäroiden von 3—5 Fuß Durchmesser bestehen und sich in schwarzen Thon zersetzen. In der Mitte steht der Kegel des Jorullo, umgeben von kleineren Eruptionskegeln, die auf einer Spalte fußen.

Eine werdende vulkanische Insel beschreibt Hoffmann als Zuschauer. „Nachdem man schon einige Zeit Erdstöße empfunden hatte, sah man feine poröse Schlackenstückchen im Wasser schwimmen und nahm gleichzeitig einen starken Schwefelwasserstoffgeruch wahr. Die schwimmenden Steinbrocken lagen zuweilen so dicht neben einander, daß sie die Fischer am Rudern hinderten, und zwischen diesen Trümmern trieb sich eine Menge todter Fische umher. Tagelang stand dicker Nebel über dem Meere, und als er schwand, sah man eine hohe Rauchsäule am Horizont, in der unten von Zeit zu Zeit helle Flammen aufzuflackern schienen. Den ganzen Tag stiegen Rauchsäulen gleichzeitig und senkrecht empor, dazwischen hörte man in Pausen ein donnerartiges Getöse, womit sich Blitze und Wetterleuchten verbanden. Nach einigen Tagen zeigte sich ein 60—200 Fuß hoher, aufgeschütteter schwarzer Kraterrand, dessen unterste Ränder ziemlich steil ins Meer abfielen, weil die Wellen unaufhörlich die äußersten Schichten abspülten und eine starke Brandung ihre losen erdigen Bestandtheile herunterriß. Aus der Mitte des Kraters erhoben sich ununterbrochen und mit Heftigkeit, doch geräuschlos, große Ballen weißer Dämpfe, deren stets gleiche auf einander folgende Massen bis zu einer Höhe von 2000 Fuß emporwirbelten. Durch dieselben schossen dann und wann schwarze Schlackenstücken, welche die Dampfwolken zerrissen und mannichfaltig in einander rollten. Aber das Prachtvollste der ganzen Erscheinung waren die von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigen Aschenausbrüche. Unmittelbar unter und neben der weißen Rauchsäule schwoll dann furchtbar drohend eine dichte schwarze Wolke herauf, in deren Mitte schwarzbraunes kochendes Wasser springquellartig emporstieg, während sie selbst, immer höher und höher werdend, sich garbenförmig ausbreitete und ihren dichten Sand-, Aschen- und Schlackengehalt ausschüttete.

„Zu Tausenden flogen die ausgeworfenen Massen umher und bedeckten einen Meeresraum von 1/8 Meile Halbmesser, wobei das Meer aufspritzte, sausend und zischend, von den heißen

Körpern in Dampf verwandelt, aufwallte. Jeder große Stein, welcher durch den erhaltenen Schwung weiter flog, als die Hauptmasse, führte einen Schweif schwarzen Sandes hinter sich her, wodurch merkwürdige, strahlenförmige Gruppirungen entstanden und dabei Raketen oder dunkeln Cypressenzweigen glichen. Dazwischen prasselte es in der Luft von an einander schlagenden Steinen, die beim Niederstürzen wie grober Hagel rauschten. Schlugen sie ins Meer ein, so gab es ein stetes Zischen und Plätschern. Der Krater leuchtete und flammte nicht, wohl aber zuckten in Augenblicken gesteigerter Heftigkeit des Auswurfs zahlreiche funkelnde Blitze durch die schwarzen Rauchmassen hin und her. Laute und anhaltende Donner folgten diesem Aufleuchten, so daß man in der Ferne ein anhaltendes Getöse vernahm. Diese stärkeren Eruptionen dauerten $^1/_4$—1 Stunde, dann trat eine Ruhepause ein, während welcher weiße Dampfwolken gleichmäßig emporwirbelten. Nach mehrtägiger Fortdauer solcher Ausbrüche hob sich aus dem Meere eine eirunde Insel mit wallartigem Kraterrande, deren Oberfläche aus feiner loser Asche (kleine Augitkrystalle) bestand und aus Trümmern, die in mantelartigen Schichten lagerten, zwischen denen dünne weiße Salzkrusten in fast regulär wiederholter Streifung sich abgesetzt hatten. Die emporgeschleuderten schwarzen Trümmer zeigten basaltisches Gefüge und sehr feines Korn; doch gab es außer ihnen kein festes Gestein, keine Lava und keinen Bimsstein. Kaum war die Insel fertig, so zerkleinerten die Wogen deren loses Gefüge. Nach einigen Monaten war sie verschwunden, dagegen fand man in geringer Tiefe eine Felsenspitze als Rest des Kraterrandes, welche aber nach einiger Zeit auch in die Tiefe versank."

Ehe man sich eine klare Vorstellung von den Vulkanen machen kann, muß man deren Eigenthümlichkeit kennen lernen, weshalb noch einige Beispiele hier angeführt werden. Immer thätig ist der Vulkan auf Stromboli, noch unruhiger der Teufelsrachen oder Mahaya in Nicaragua, der von 1670—1853 ruhte, seitdem aber in jeder Viertelstunde ungeheure Lavablasen auftreibt und glühende Steine in Masse auswirft. In San Salvador entstand 1793 der Vulkan Isalco, welcher alle 2—3 Minuten Gluthmassen emporschleudert, deren jährliche Gesammtmenge Seebach auf 1,775,000 Kubikfuß abschätzt. Großartig sind

die Vorgänge in dem eirunden Krater des bereits erwähnten Kilauea, der 5 Kilometer Länge und 11 Kilometer Umfang hat, und den ein Wall alter geschmolzener Lava einfaßt. Oft deckt eine dicke Rinde die Oberfläche des Feuersees, so daß nur durch Risse derselben die rothen Feuerwogen hindurch blitzen wie etwa Wasser durch Eisspalten. Zischend steigen Dünste auf, fliegen glühende Schlacken empor und bilden beim Niederfallen am Kraterrande Haufen von 100—150 Fuß Höhe. Dabei steigt ungeheure Hitze aus dem Krater empor, strömt aus allen Spalten der senkrechten Wände heiße Gluth, wie aus einem Schmelzofen, und selbst der Himmel scheint im Widerscheine dieser Gluth zu brennen. Auch wechselt das Niveau dieses Feuersees unaufhörlich, stürzen aus den Sprüngen der Rinde geschmolzene Massen hervor, steigt der ganze See von Absatz zu Absatz bis an den Rand des Beckens, um dann plötzlich wieder niederzusinken.

Der Aetna hat sich aus seinen Laven, Steinen und Aschen 10000 Fuß hoch emporgebaut, da er in den letzten 20 Jahren allein 65 Ausbrüche erlitt, deren 20 Kilometer lange Lavaströme 100 □Kilometer verwüsteten, wogegen der Fuß des Berges tief im Meere steht. Bei einem heftigen Ausbruche wuchsen 6 Auswurfskegel empor, schlossen Nebenkegel in sich ein und erhöhten den Boden um 100 Fuß. Dann warfen die unteren Kegel schwere Lava aus, die oberen aber Steine und Asche. Nach zwei Monaten stiegen aus dem Kegel des Frumento nur Schwefel- und Chlordämpfe. Krachen kündigte jeden Ausbruch der Lava an, gewundene Rauchwolken und Asche stiegen auf und verfinsterten die Luft. Die niedriger gelegenen Kegel brüllten, schleuderten geschmolzene Massen, rothe und gelbe Dampfwolken wanden sich empor; es tobte, zischte und krachte, brüllte wie eine Brandung im Berge. In den ersten 6 Tagen quollen in der Secunde 300 □Fuß Lava hervor, flossen in der Minute 30 Fuß weit, breiteten sich aus und verlangsamten ihren Lauf. Dann brach ein 2000 Fuß breiter Lavastrom hervor und sank in Kaskaden in eine Schlucht, um hierauf weiter unten im Bett eines ausgetrockneten Baches langsam vorzurücken, bis er sich aufstauend nicht weit von seinem Ursprunge die erkaltete Lavadecke durchbrach und als neuer Lavastrom Wälder, Häuser und Felder verwüstete. Da hielt ihn ein quer vorgeworfener Baum auf und lenkte ihn

abseits. Was vom Walde übrig blieb, ward von den niederprasselnden Steinen zerschlagen, von Asche verschüttet, und im Lavastrome schwammen Bäume dahin, noch mit Rinde und Laub versehen.

Die schwarze oder röthliche Hülle des grauenvollen Lavastromes starrte von Zacken an den scharfen Rändern, welche aussahen wie Treppen, Pyramiden, gewundene Säulen. Risse ließen wie durch ein Kellerfenster die flüssige rothe Lava sehen, welche langsam unter der starren Decke dahin schlich. Stießen Schlacken an einander, so gab es metallhelle Töne. Zuweilen stiegen Blasen aus dem geronnenen Lavastrome auf, öffneten sich dann unter knallendem Bersten, um der Gluthmasse Platz zu machen. Dabei dampften Gase und Fumarolen auf, und an den Ufern des Feuerstromes war der Boden an manchen Stellen ganz glühend und voller Risse, aus denen heiße Luft ausströmte, die nach verkohlten Wurzeln roch. Da dieses großartige Schauspiel einige Monate dauerte, so kamen Neugierige zu Schiffe von Catania und Messina, um es zu betrachten.

Zu solchen allgemeinen Erscheinungen kommen unter Umständen noch besondre. Hat sich im Krater ein See angesammelt, decken Schnee und Eis seine Hänge, oder entspringen ihm Bäche, so geht dem Lavaerguß eine Ueberschwemmung heißen Wassers voraus, welches voll todter Fische ist, deren verwesende Menge dann gar die Luft verpestet. Natürlich reißt das jäh herabstürmende Wasser auch die Humusdecke mit fort, um sie in ebenen Strecken als Schlamm abzusetzen, welcher dann ebenso verheerend wirkt wie das Wasser. Auf den vergletscherten Vulkanen Islands gehn häufig solche heiße Wassergüsse dem Lavastrome voran, wenn er Eis- und Schneefelder urplötzlich in wilde Wasserstürze verwandelt, welche Steine, Eisschollen, Sand u. s. w. in grausem Gemenge davon führen. Einst wurde eine Fläche von 5 Meilen Breite und 10 Meilen Länge mit haushohen Eismassen und gewaltigen Felsstücken bedeckt, und ein andres Mal lagen diese Eismassen am Meeresufer als 3 Meilen breiter Ring. Im Jahre 1727 stürzten von einem Gletscherberge (Jökul) unter furchtbarem Krachen heiße Wasserströme und ganze Gletscher herab, während die Eismassen des Berggipfels in die Luft geschleudert wurden und in der Ebene oder am Meeresufer nieder-

krachten. Viele Tage lang wiederholten sich die Ueberschwemmungen durch heißes Wasser und verderblichen Aschenfall. Der Cotopaxi warf 1691 so viel todte Fische aus, daß deren Verwesung ein Faulfieber erzeugte.

Großartig war der bereits erwähnte Ausbruch des Gelungung auf Java, welchen Junghuhn beschreibt. „Es war ein herrlicher, heiterer Tag, das ganze Land lag in tiefer Ruhe, die Bevölkerung hielt ihren Mittagsschlaf, da ward sie plötzlich um 1 Uhr durch ein donnerndes Getöse aufgeschreckt. Eine schwarze Rauchwolke schoß aus der Höhe des Berges hervor, breitete sich mit Blitzesschnelle aus und verwandelte den hellsten Sonnenschein in die finsterste Nacht. Fluthen von heißem Wasser, mit Schlamm und Steintrümmern beladen, wälzten sich vom Berge herab, während gleichzeitig ungeheure Schlammmassen aus der Luft niederstürzten, auf 2½ Meile Entfernung alle Dörfer, Felder und Wälder begruben und den ganzen Landstrich in einen bläulichgrauen Schlammpfuhl verwandelten, aus welchem Baumstämme, Haustrümmer, Menschen- und Thierleichen hervorragten. Wüthend durchbrachen zwei Bäche diesen Schlammpfuhl und wälzten ihr heißes trübes Wasser der Südküste zu. In das Brausen dieser Bäche, in das Brüllen des Berges, in das Krachen brechender Wälder, in das Dröhnen fortgewälzter Steinblöcke und das Jammergeschrei der Thiere und Menschen klang von oben der rollende Donner des von Blitzen durchzuckten Gewölkes herab. Erst um 4 Uhr ließ die Heftigkeit des Ausbruches nach, und um 5 Uhr war Alles vorbei. Es wurde todtenstill; der Himmel heiterte sich auf, und die untergehende Sonne beleuchtete mild den Schauplatz der Verwüstung, aus welchem alles Grüne verschwunden und durch ein meilengroßes, dunkelgraues Schlammfeld ersetzt war. Aber noch hatte der Berg nicht ausgetobt, sondern nach vier Tagen brach er des Nachts noch heftiger los. Da wälzten sich die dampfendheißen Schlammmassen, die stellenweise 100 Fuß Höhe erreichten, verheerend dahin, tausend neue Hügel entstanden aus zusammengeschwemmten Felsblöcken, neue Flächen entstanden, aus denen hier und da der Gipfel einer Kokospalme hervorragte. Schlamm- und Trümmermassen sperrten monatelang den Zugang zum Berge; denn die Masse der Blöcke, aus denen die neuen Hügel bestanden, schätzte man auf 1624 Millionen Kubikfuß, und sie selbst

ruhten auf einer 30—60 Fuß hohen Schlamm- und Trümmerschicht. Ein Theil der Bergseite war weggesprengt, und vom Kratersee blieben nur zwei kleine Reste übrig. Nach 15 Jahren erfüllte ein Wald junger Bäume den Krater und das Schlammfeld hatte sich in eine Gestrüppwildniß verwandelt, in welcher Tiger hausten."

Auf Grund solcher Thatsachen nimmt man an, daß sämmtliche vulkanischen Kegelberge durch allmälige Aufschüttung entstehen, d. h. sich aus Auswurfsstoffen und Laven aufbauen. Drücken Dämpfe von unten gegen die Erdkruste, so muß sich dieselbe an dieser Stelle buckel- oder domartig wölben und das Gestein eine schräge Stellung erhalten. Diese Gestalt hatte der Vesuv vor 1800 Jahren, als ihn Strabo beschrieb, der Jorullo und Aetna. Sprengt der Dampf die Erddecken, so richten sich die Schichten der Durchbruchsstelle steiler auf und bilden sich zerrissene zackige Linien. Die am Rande der Oeffnung niederfallenden Auswurfsstoffe werden durch die Asche verkittet, wachsen nach und nach zu Hügeln an, indem sie sich mantelartig über einander ablagern und sich dabei schräg aufwärts stellen. In die hohlen Räume dieser locker aufgeschütteten Kegel dringt dann die Lava ein und durchzieht sie in Adern, Streifen und Gängen, wodurch sie zugleich die losen Massen zu einem festen Ganzen zusammenkittet, sie aber dadurch auch zusammendrückt und damit einen Eruptionskegel herstellt. Je öfter sich Ausbrüche wiederholen, um so höher wächst der Kegel an, bis ihn die Lava nicht mehr zu erreichen vermag, vielmehr am Bergesabhange durchbricht, dort Eruptionskegel aufbaut, worauf nur leichtere Massen in die Luft fliegen, und den Kraterrand erhöhen. Ist dieser schwach, so stürzt er bei heftiger Erschütterung ein, weshalb hohe Vulkane oft ihre Gestalt verändern, ab- und zunehmen, Risse und Sprünge den Kegel nach allen Seiten durchziehen. Da sich in vulkanischen Gegenden Höhlungen im Erdinnern befinden, so können große Einstürze vorkommen, wie z. B. in Lissabon ein Theil des Flußufers mit Häusern und Menschen versank, am Aetna eine ganze Bergseite (das Ochsenthal) zusammenstürzte. Im Krater erloschener Vulkane, z. B. der Eifel und Auvergne, sammelt sich durch Regen und Schneeschmelze Wasser an, und man nennt solche Wasserbecken Maare, welche vielleicht Vulkane

darstellen, die beim Entstehen erstickten. In der Eifel sind sie im Grauwackegebirge eingebettet, in der französischen Auvergne in Granit, Domit oder Basalt. Als der Gipfel des Papandayang auf Java zerstäubte, brach ein starker Bach sprudelnd aus dem Kraterboden in die Ebene nieder. Um die Quelle herum füllten Pfützen die Einfaltungen des Bodens, brodelten unaufhörlich in Folge aufsteigender Dampfblasen, hier und da öffneten sich Trichter, aus denen schwarzes Schlammwasser regelmäßig aufstieg und wieder sank. Dazu flossen Thonmassen in kreisrunden Wellchen langsam nieder, und endlich schossen Dampfstrahlen zischend aus allen Rissen hervor und machten den Boden erzittern. Alle diese verschiedenen Geräusche, das Brausen der Kaskaden, das Knallen der Gasexplosionen, das dumpfe Brummen der Schlammvulkane, das Zischen der Fumarolen erzeugten ein unbeschreibliches Getöse, welches man weithin hörte. Die Umwohner nennen den Vulkan daher die Schmiede, weil sie das Pfeifen von Blasebälgen und das Dröhnen von Hämmern zu hören meinen. Solche Thatsachen, auf welche wir öfter zurückkommen werden, beweisen das Vorhandensein großer unterirdischer Wassermassen. Da drängt sich denn von selbst die Frage auf: Wo kommt das Wasser her? Stammt es von dem einsickernden Regen- und Schneewasser oder gar vom Meere her? Da Vulkane Salz und andere Mineralien absetzen, welche sich im Meere vorfinden, so suchte man den Zusammenhang zwischen Vulkan und Meer aufzuspüren. Man verfolgte also die Vulkane auf dem Wege ihrer geographischen Vertheilung und kam dabei zu überraschenden Ergebnissen. Zwar giebt es viel erloschene Vulkane im Binnenlande, in Innerasien, 300—350 Meilen weit vom Meere, ja in Europa kann man ihre Spuren von der Eifel, dem Siebengebirge, Taunus, Vogelsberg, Rhön, böhmischem Mittelgebirge, Ungarn, Balkan bis Vorderasien hinein verfolgen, doch man findet sie stets in Gegenden, die früher Meeresboden oder Meeresufer waren, wie dies in einem andern Kapitel wird nachgewiesen werden. Buch, Humboldt, Naumann, Reclus entwarfen genaue Karten der Vulkane und entdeckten eine gewisse Regelmäßigkeit in deren Vertheilung.

Geographische Vertheilung der Vulkane.

Man nimmt an, daß es gegenwärtig an 400 Vulkane giebt, welche bei näherer Untersuchung Reihe und Glied bilden und eine gewisse Ordnung der Aufeinanderfolge beobachten. Sie bilden einfache oder doppelte Reihen, selten rundliche Gruppen, weshalb Buch die Ansicht aufstellt, daß sie auf großen Erdspalten stehen und nur durch größere oder kleinere Zwischenräume von einander getrennt sind. Oft streichen diese Linien 2—300 Meilen weit gradaus, oft als Doppelreihen durch Querreihen verbunden, oder die Längsreihe setzt sich nach langer Unterbrechung in der eingeschlagenen Richtung fort. Vulkangruppen findet man auf jenen oceanischen Inseln (Sandwich-, Gallopagos-, Societäts-, Capverdischen und Canarischen Inseln), die haufenweise bei einander liegen, und auf dem Meeresboden mögen viel erloschene Vulkane stehen. Die Ostküste Asiens trägt eine Reihe erloschener Vulkane, deren Fortsetzung bis zum Ararat und Demavend reichen, Ostspanien, Südfrankreich und Mittelitalien tragen vielfache Spuren uralter vulkanischer Thätigkeit. Auch in den vulkanlosen Gegenden Europa's (Schweiz, Rheinthal, Ungarn) erinnern Erdstöße an das Vorhandensein vulkanischer Kanäle, welches auch die heißen Mineralquellen bezeugen, die man von Europa bis Jan Mayen und Island verfolgen kann. Im Südpolarmeere entdeckte man zwischen uralten Gletscherländern drei Vulkane von 10,000 Fuß Höhe, deren Lava aus eisgepanzerten Bergkegeln hervorquillt. Im Mittelmeere sammeln sich Vulkane um Süditalien (Aetna 10,000 F., Vesuv 3700 F., Stromboli, Lipari mit drei Vulkanen, phlegräischen Felder) und auf 8 kleinen Inseln des griechischen Archipels.

Nach Reclus bilden die Vulkanreihen einen eirunden Halbkreis von 35,000 Kilometer um den Großen Ocean. Er beginnt auf den Anden Chile's, streicht bis Norden, geht über Alaschka und die Aleuten nach Kamtschatka über, setzt sich über die Kurilen und Japan nach den Sundainseln und den Inseln der Südsee fort, erreicht Neu-Seeland und Guinea, zeigt sich an Afrika's Ost- und Arabiens Südküste und streift den Indus hinauf bis zum Kaspisee, wo die Halbinsel Abscheron mit Baku, Demavend,

Ararat die Reihe schließen, wie denn auch fast alle Inseln an Afrika's Ostküste und die des Antillenmeeres Vulkane tragen. Das Kamerungebirge Ostafrika's, Guinea, Fezzan, Tripolis, die Küsten des Rothen Meeres, Abessinien und Mozambique tragen erloschene oder thätige Vulkane, und weiter im Innern erkannte Decken im Kilimandscharo und seinem Nachbar Kenia Vulkane.

In Asien streicht ein Gürtel erloschener Vulkane als Grenzzeichen eines uralten Nordmeeres vom Taurus (Argäus) über Armenien, Kaukasien (Elbrus, Kasbek), Nordpersien (Demavend) bis China, wogegen eine andre Reihe durch Palästina und Syrien, am Rothen Meere entlang bis Südarabien (Aden in einem Kraterkessel), über die Halbinsel Kutsch nach Vorderindien geht, Koromandel, die Lakediven und Malediven, Nicobaren und Andamanen umfaßt, denen Socotora, Maurice, Reunion, St. Paul und Amsterdam entsprechen. Auf Kamtschatka zählt man 21 thätige Vulkane, von denen der 14,790 Fuß hohe Kliutschewskaja nie zu ruhen scheint. Sie füllen eine Strecke von 80 Meilen und finden ihre Fortsetzung in der 150 Meilen langen Vulkanreihe der Kurilen und Japans. Hier spaltet sich dieselbe, indem die eine Hälfte die Richtung über die Marianen bis zu den Feuerbergen Neu-Guinea's nimmt (430 Meilen) und Formosa, Luzon, die Philippinen und Molukken umfaßt, wogegen die andre Hälfte von Nila aus sich über die kleinen Sundainseln und Java ausdehnt (360 Meilen und 60 Vulkane), welche letztre Insel allein 40 thätige Vulkane hat. Von Java aus schwingt sich eine Fortsetzungslinie über Sumatra nach Norden bis zu den Nicobaren, Barren Islands, Aracan u. s. w.

Vielleicht schufen diese Vulkane, welche den Halbbogen des Hochlands umgürten, den Erdtheil Asien, und ihnen entspricht die von Norden nach Süden gehende Vulkanreihe der Westküste Amerika's. Von Kamtschatka weisen Vulkane über die Beringsstraße nach dem amerikanischen Alaschka, wo 34 Vulkane dampfen und der Unimak 12,100 Fuß hoch aufragt, und die Aleuten auf einer Linie von 170 Meilen 48 Vulkane tragen. Hierauf folgt eine Unterbrechung, bis neben Sitka der Gutwetter- und Eliasberg (14,000 und 16,000 Fuß), die Prinz Wales-Insel, die Lazarusinsel in englisch Columbien (Edgecumbe), die Kaskadenkette Oregons Vulkane tragen, und viele Breitengrade südlich auf der

Sierra Nevada und den Felsengebirgen Vulkane stehen (Bakerberg, S. Helms u. a.), Californien und Nordmexico voll basaltischer und trachytischer Berge sind, oft durch Erdbeben leiden und quer durch die Hochebene von Anahuac eine Vulkanreihe setzt (Colima, Jorullo, Tolima, Istacihecetl, Popokatepetl, Orizaba, Tuxtla), denn auf einer Entfernung von 140 Meilen findet man über 12 erloschene und thätige Feuerberge. Ein Zwischenraum von 80 Meilen trennt die mexicanischen Vulkane von denen Centralamerika's, wo auf einer Strecke von 190 Meilen mehr als 50 sehr thätige Vulkane stehn. In Nicaragua zählt man deren 24, in Salvador 10, in Guatemala 12, und eine Reihe zieht quer durch die Enge von Nicaragua. Auch Südamerika ist reich an großen Vulkanen, welche durch Chile (200 Meilen) eine Reihe von 32 Kegelbergen, durch Bolivia und Peru (140 Meilen) eine solche von 15 und durch Quito (120 Meilen) eine von 20 Vulkanen bilden. Jede dieser Hauptreihen ist durch einen freien Zwischenraum von 90 und 225 Meilen getrennt. Chimborasso, Ilinissa, Pitschintscha und Cotopachi bilden zwei Parallelketten, die sich bei Pasto vereinigen, worauf sich die Anden in drei Ketten theilen. Dieser eliptische Querbogen umfaßt 16 der wildesten, zerstörenden Vulkane und entspricht der mexicanischen Querreihe. Außerdem sind die kleinen Antillen und Gallopagos vulkanisch, und reicht diese ganze Kette bis zu den Vulkanen von Süd-Shetland und des Südpolarlandes hinaus.

Australien hat auf der Nordseite Vulkane, und die der Ostseite weisen auf ihre Fortsetzung in den Inseln des Stillen Meeres hin. Mit dem Tongariro auf Neu-Seeland beginnt dieselbe, streicht über die erloschenen Vulkane der Fitschi-Inseln, das basaltische Fernandez bis zu den Feuerbergen der Freundschaftsinseln, wo sich dieser Streifen mit der Hauptkette vereinigt. Sie weisen nach Australien und Neu-Guinea hinüber, die andre Kette aber über die Neuen Hebriden, Santa Cruz und die Salomonsinseln nach den Sunda- und Fitschivulkanen. In der Südsee zählt man 109 thätige Vulkane; sie scheint der Hauptsitz vulkanischer Thätigkeit zu sein und ist der Schauplatz häufiger Erdbeben. Von der Halbinsel Papusiens an bis Sumatra und Borneo ist jede Insel von vulkanischen Schlünden durchbohrt, und von 45 Vulkanen arbeiten hier noch 28; ja von

Java bis Luzon bilden Vulkane gar eine Doppelreihe nach Süden und Norden (Formosa, Liu-Kiu-Inseln, Japan u. s. w.)

Diese Richtung der Vulkane, die in der Neuen Welt von Norden nach Süden, in der Alten von Osten nach Westen streicht, brachte den Geologen Buch auf die Voraussetzung, daß alle Vulkane auf einer Spalte der Erdrinde stehen, und Beaumont gründete darauf seine Theorie von den Erhebungen der Gebirgsreihen. Es scheint also, daß sich nicht allzu tief unter oder in der Erdrinde eine Reihe großer oder kleiner Becken voll feurigflüssiger Masse befindet, aus denen die Lava ausfließt. Die Linie der Vulkanreihen bezeichnet zugleich die dünnsten Stellen der Erdrinde, welche eben am Leichtesten konnten durchbrochen werden. Vielleicht sind die Hochebenen nur Aufblähungen des Bodens, und jedenfalls ist die untere Seite der Erdrinde gerade so uneben wie die Oberfläche.

Erdbeben.

Vulkanische Ausbrüche sind mit weithin reichenden Bodenerschütterungen verbunden, die man Erdbeben nennt, aber sie kommen auch ohne eine solche Veranlassung und weit entfernt von Vulkanen vor. Oft durch Erdbeben leiden Algerien, die Nilländer, die ostindische Halbinsel Guzerate, Syrien, Südarabien und Persien, obschon die nächsten Vulkane 2000 Kilometer weit entfernt liegen; fast dasselbe gilt von Caracas, dem Mississippithale, den großen Antillen u. s. w. Da in Gebirgsgegenden Erdbeben häufiger vorkommen als in den Ebenen, so meint Mallet, daß sie da vorkommen, wo die unterirdischen Gase keinen Ausweg finden und die auflagernde Erddecke nicht sprengen können. Bischof dagegen hält Einstürze unterirdischer Gewölbe und Gallerien für die Ursache der Erschütterungen, wie jeder fallende schwere Gegenstand den Boden erbeben macht, beim Vorüberfahren eines Wagens die Fenster und Thüren der Häuser zittern. Gar Mancherlei erschüttert alltäglich den Boden: sturmdurchbrauste Wälder, deren Bäume bis in die Wurzeln hinein wanken, anschlagende Meereswellen, schnell strömende Flüsse, Wasserfälle, Lawinen, abwärts gleitende Gletscher mit ihren haushohen

Moränen. Dadurch lockert sich der Boden auf, das Wasser dringt reichlicher ein, aufsaugende Erd- und Gesteinarten quellen auf, recken und strecken sich, dehnen die Erdrinde auf, daß hier Risse aufspringen, dort Spalten zusammenklappen, Höhlungen sich ausweiten, bis deren Decke einstürzt und der Fall der Massen die Umgegend erschüttert, wobei möglicher Weise neue Einstürze erfolgen. Denke man sich hierzu das Wellenschlagen unterirdischer Seen, das Wogen unterirdischer Ströme, die in Abgründe stürzen, Steinblöcke fortwälzen, das Stürmen und Toben der in unterirdischen Höhlungen eingesperrten Dämpfe, das Aufbrodeln heftig erregter Gluthmassen u. dgl., so finden sich vielfache Ursachen zu engbegrenzten Erderschütterungen. Bewirken sie irgendwo einen Einsturz, so werden Krachen und Donner hörbar. Solche Vorgänge sind z. B. in dem höhlenreichen Kalkgebirge Kärnthens nichts Seltenes, und auch bei Wagstadt versank einst ein Stück Land unter Krachen. Der Erdboden pflanzt Schall und Erschütterung fort. Das Bombardement von Antwerpen im Jahr 1832 hörte man bis ins Erzgebirge, wenn man das Ohr an die Erde legte. Als in Mainz 100 Centner Pulver, welche sich in einem offnen Keller entluden, in die Luft flogen, fühlte man die Erschütterung bis zur Ruhr und über den Neckar, bis Kassel, Fulda, Kissingen, Würzburg, Heilbronn und Karlsruhe.

Ueber die Erdbeben selbst herrschen noch viele übertriebene Vorstellungen. Denn wenn der Erdboden schwankt, welchen man für unbeweglich zu halten gewohnt ist, so geräth das menschliche Wahrnehmen in Verwirrung, und ein ruhiges Beobachten bleibt unmöglich. Außerdem treten Erdbeben so plötzlich ein und gehn so schnell vorüber, daß zu einem sorgfältigen Beobachten nur da Zeit vorhanden ist, wo eine öftere Wiederholung in kurzer Zeit zu erwarten ist. Entstehen Erdbeben durch Einstürze, so muß der Lärm ein unbeschreiblicher sein; doch vernehmen wir nur den fernen Nachhall. Man stelle sich vor, wie die Felsen der Erde bersten, krachend sich dehnen, auf- und zusammenklaffen, an einander schlagen, Wassermassen branden und tosen, Dämpfe heulend durch die Schlünde fahren, schrillend aus Spalten entweichen, dazu aufkochende Wasserquellen, einknickende Schieferschichten, spaltende Porphyrmassen, donnernde Wasserfälle u. s. w., dies giebt schon ein tüchtiges unterirdisches Orchester. Wer das Ohr

an eine Eisenbahnschiene legt, hört den Ton des in der Ferne rollenden Wagens deutlich, dann folgt der dumpfe Ton des erschütterten Bodens nach und endlich die sanfte Bewegung der Luft. In ähnlichen Abstufungen vernehmen wir die Geräusche der Erdbeben. Die Schallbewegung beträgt in der Secunde in der Luft 1735 Fuß, im Wasser 7150 Fuß, in den Eisenbahnschienen 16,825 Fuß. Mallet berechnete die Bewegung der Schallwellen des Erdbodens bei einer Pulversprengung; im weichen Sande legte sie in der Secunde 1450 Fuß zurück, in zerreiblichem Granit 1955 Fuß, in festem Granit 2500 Fuß. In Calabrien durcheilte im Jahre 1857 die Bodenbewegung in der Secunde 1250 Fuß und ging der Stoß aus einer Tiefe von 5 Kilometer hervor. Man hat nämlich Apparate erfunden, welche Richtung, Zahl, Dauer und Kraft der Stöße anzeigen. Diese bringen auf die Vermuthung, daß die Stöße von einem Mittelpunkte ausgehen und sich von da kreisförmig wie die Wellen des Wassers bewegen, wenn ein Stein hineingeworfen wird. Derbe Erdschichten leiten daher besser als höhlenreiche und lockere, Gebirgsmassen hemmen dieselben. In Gebirgsländern folgen die Bodenschwankungen daher den Thälern, indem sie am Fuße der Gebirge hinstreichen und endlich aufhören. Im Mittelpunkte verwirren sich die Stöße und erscheinen erst in weiterer Entfernung regelmäßig. Mallet behauptet, der Stoß verbreite sich anfangs vom Mittelpunkte aus senkrecht, gehe nach und nach bei Zunahme der Stöße in schräge Richtung über und endige in einer horizontalen.

Von einigen Erdbeben hat man deren Verbreitung berechnen können. Im Jahre 1866 ward Frankreich von Rouen bis Clermont und Bordeaux erschüttert (200,000 □Kilometer) und das Meer gerieth auf 6000 Kilometer weit in Aufregung. Das Erdbeben von Somoda in Japan wirkte bis Californien hinüber. Volger berechnet die Schnelligkeit von Viesch bis Straßburg auf 4360 Fuß in der Secunde, bis Turin auf 2130 Fuß. Mallet die von Calabrien auf 1180 Fuß, ein Engländer die von Travancore in Hindostan auf 1000 Fuß. Jedenfalls wirkt die Beschaffenheit des Bodens stark mit ein; auch mögen die Berechnungsmethoden verschieden sein.

Da Thiere bei Erdbeben ebenso erschrecken wie Menschen,

so fliehen die kleinen aus ihren Erdlöchern, Fische sammeln sich am Ufer, Krokodile eilen auf's Land, Heuschrecken fliegen davon, Vögel retten sich auf Bäume vor den menschlichen Wohnungen 2c. Ob die Thiere aber ein Vorgefühl vom nahenden Erdbeben haben, ist noch unerwiesen.

Erdbeben werden, je nachdem Klüfte sich dabei aufthun oder stopfen, auf Quellen einwirken, diese verschwinden, jene entstehen lassen. Auch fördern die Quellen und heißen Wasser dann mancherlei Stoffe zu Tage, steigen zuweilen brennbare Gase auf und entzünden sich an der Luft. Mitunter gleiten Berghänge von ihrer Unterlage herab, oder der Boden klafft auseinander und verschlingt Menschen und Häuser. Es mögen durch Erdbeben im Ganzen einige Millionen Menschen umgekommen sein, denn in Antiochien verunglückten dabei im Jahre 526 an 200,000 Menschen, in Calabrien im Jahre 1783 an 100,000, von denen 12,000 durch die Meereswellen von dem Ufer der Scylla weggefegt wurden, wohin sie sich geflüchtet hatten, wie denn auch an Messinas Strand die Paläste zertrümmert wurden. In Port Royal auf Jamaica wurden im Jahre 1692 in drei Minuten 2500 Häuser 50 Fuß hoch von Wasser bedeckt, Schiffe auf die Felder, die Fregatte „der Schwan" auf ein Hausdach geschleudert. Als Callao im Jahre 1586 zerstört wurde, stürzte eine 135 Fuß hohe Meereswelle in die Stadt und trieb Schiffe in die Straßen hinein. In Neuseeland hob sich im Jahre 1855 an der Cooksstraße das eine Ufer mit der Stadt Wellington um 60 Centimeter, ein nahes Vorgebirge um 15 Fuß, während sich am andern Ufer eine Kluft von 65 Kilometer aufthat und die Flußebene einsank. Außerdem hat man beobachtet, daß bei Erdbeben Sandstreifen, Kiesel und zerstreute Steinblöcke in eine gewisse Ordnung sich reihen, in der Wüste Atakama Quarzkiesel z. B. Kreise, Vierecke und Rauten bilden, bei Safa in Südarabien regelmäßige Dreiecke.

Schon die Griechen und Römer wußten aus Erfahrung, daß Höhlen, Brunnen und Cisternen die Kraft der Erdbeben schwächen, und Capua litt wegen seiner vielen Brunnen in Gärten weniger durch Erdbeben. Man legte daher auch zu Rom im Kapitol Brunnen an, Neapel fühlt sich sicher wegen der vielen Höhlen, wie auch die Bewohner Domingo's sich bei Erdbeben in Höhlen

flüchten. Häuser mit langen, dicken, niedrigen Wänden widerstehn den Erdbeben leichter, wogegen Gewölbe bald einstürzen und daher zuweilen Tausende von Menschen umkamen, welche sich in die Kirchen flüchteten. Uebrigens findet man in Erschütterungskreisen Stellen, welche unbewegt bleiben und die man in den Anden Brücken nennt, weil das Erdbeben unter ihnen hin in der Tiefe sich fortpflanzt. Als sich 1846 ein Erdbeben von Goar aus 62,700 □Kilometer weit über Frankreich und Deutschland verbreitete, blieb die Strecke vom rechten Rheinufer bis Pyrmont unberührt.

Ueber Natur und Ursache der Erdbeben ist man noch verschiedener Ansicht. Die Griechen nannten den Pluto den Erderschütterer und Poseidon den Wellenbeweger, und die Japanesen halten die Ueberschwemmungen durch Meereswellen bei Erdbeben für die Schweifschläge eines Ungeheuers. Humboldt betrachtet die Erdbeben als Reaction des Erdinnern gegen die Erdrinde, Volger aber als klimatische Erscheinungen; denn die meisten kommen im Winter vor und dann wieder vorzugsweise des Nachts um Mitternacht, kaum ein Drittel am Tage. Parry ist der Ansicht, daß sie mit dem Mondwechsel zusammenhängen, wogegen Wolf die Sonnenflecken für die Ursache hält, Abbadie sie mit der Annäherung und Entfernung des Mondes von der Erde in Verbindung bringt, da sie an Zahl zunehmen, wenn der Mond sich nähert. Derselben Ansicht ist ein Grazer Astronom.

Um zu einer Einsicht in das Wesen der Erdbeben zu gelangen, hat man sie nach verschiedenen Beziehungen hin beobachtet und zunächst locale oder vulkanische und allgemeine unterschieden. Jene beschränken sich auf einen engen Kreis, diese breiten sich über weite Strecken aus und heißen auch plutonische. Die furchtbarsten Erdbeben pflegen in vulkanarmen oder vulkanlosen Gegenden vorzukommen. Oft hört man nur unterirdisches Donnern und Rollen, spürt dagegen vom Erzittern nichts oder wenig. Bei heftigen entfernten Erdbeben setzen auch wohl Vulkane der Umgegend ihre Thätigkeit aus, schlucken ihre Dampfwolken ein, so daß zwischen plutonischen Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen ein innerer Zusammenhang zu bestehen scheint. Eine Menge von Erdbeben wird nicht bemerkt, da sie am Meeresboden oder in Gegenden vorkommen, von denen wir keine Nachrichten erhalten.

„Wenn man Nachrichten von dem täglichen Zustande der Erdoberfläche erhalten könnte“, sagt Humboldt, „so würde man finden, daß fast immerdar an irgend einem Punkte diese Oberfläche erbebt, da sie ununterbrochen der Gegenwirkung des Innern gegen das Aeußere unterworfen ist.“

„Kleine Erdbeben verursachen nur ein Erzittern des Bodens und der Häuser, ein Klirren der Fenster, ein Knarren des Holzwerks der Gebäude. Bei stärkeren Bewegungen verschieben sich die Geräthschaften in den Zimmern, das Gebälke der Häuser kracht in seinen Fugen, die Wanduhren kommen zum Stillstand, die Glocken fangen an zu läuten, stehende oder sitzende Personen fühlen sich unsicher in ihrer Stellung. Bei noch heftigeren Stößen stürzen die Essenköpfe von den Häusern, die Mauern zerreißen, das Straßenpflaster wird gelockert und alle beweglichen Gegenstände in den Häusern werden hin- und hergeschoben oder umgestürzt. Bei den heftigsten Bewegungen endlich erfolgt eine allgemeine Zertrümmerung der Gebäude, das Steinpflaster springt aus seinem Lager, der Erdboden berstet auseinander und versinkt stellenweise in die Tiefe, während andre Theile emporgedrängt oder auf andre Weise aus ihrer Stelle gerückt werden. Von diesen Bewegungen wird auch der Meeresboden und mit ihm das Meer ergriffen und beunruhigt. Es steigt und fällt an den Küsten, die Schiffe erhalten Stöße, als ob sie auf den Grund geriethen, das Meer selbst weicht weit zurück und entblößt dabei den Meeresgrund, stürzt dann in übermächtig angewachsenen Wellen in das Land und reißt ganze Städte hinweg, schleudert Schiffe ans Land und selbst über Häuser hinweg.“

Dies sind die allgemeinen Kennzeichen der Erdbeben. Um die Richtung der Stöße kennen zu lernen, hat man einen Apparat erfunden, welchen man Seismographen oder Seismometer (Erdbeben-Schreiber oder -Messer) nennt. Derselbe besteht aus einem achteckigen Becken, dessen acht Seiten den acht Himmelsgegenden entsprechen. Jede Seite hat am unteren Rande ein Loch, von wo eine Röhre ausgeht, die in eins der untergestellten acht kleinen Becken mündet. Füllt man das obere Becken bis zur Oeffnung der acht Löcher mit Quecksilber, so wird dieses nach der Himmelsgegend geschleudert und in der Röhre ablaufen, wohin der Stoß des Erdbebens ging. Obschon dieses Instrument noch nicht allen

Anforderungen entspricht, so dient es doch dazu, drei Arten von Stößen unterscheiden zu können. Der Erdboden bewegt sich senkrecht auf- und abwärts (auf und nieder) und dies ist die succursorische Bewegung, mit denen die Erdbeben gewöhnlich beginnen. Es wurden z. B. in Riobamba Leichname auf einen 100 Fuß hohen Hügel geschleudert, in Calabrien sprangen Granitberge auf und nieder, wurden Menschen und Häuser emporgeschnellt und wieder niedergesetzt, Straßenpflaster in die Höhe gestoßen u. s. w. Wechselt dagegen die senkrechte Bewegung mit der wagerechten, indem sie von einem Mittelpunkte strahlenförmig fortschreitet, so entsteht eine wellenförmige (undulatorische) Bewegung, welche dem Wogengange des Meeres entspricht, sehr oft vorkommt und den geringsten Schaden verursacht. Gehen nämlich Wellenberg und Wellenthal abwechselnd unter einem feststehenden Körper hinweg, so gleicht der Boden einem schwankenden Schiffe, die festen Gegenstände neigen vorn über und stürzen dabei möglicherweise nieder. Mitunter berühren in diesem Falle Baumwipfel den Boden oder gerathen mit ihren Zweigen in einander, und das Verneigen der Baumkronen bezeichnet das Fortrücken der Bodenbewegung. Stehn Mauern quer über der Bodenwelle, so stürzen sie ein, geht diese aber der Länge nach unter der Mauer hin, so entstehen zwar Risse und Sprünge, aber diese schließen sich wieder, wenn der Stoß vorüber ist, und die Mauer bleibt stehn. In einem Arsenal blieben daher z. B. die Gewehre an der einen Wand stehen, während die an der andern Wand angelehnten niederfielen. Ob es noch eine drehende (strudelnde, wirbelnde, rotatorische) Bewegung giebt, ist noch nicht sicher erwiesen Kreuzen sich dagegen solche Wellenbewegungen, so entsteht eine verworrene Bewegung. Auch kann die Verschiedenheit des Bodens eine Abänderung der Bewegung bewirken, unregelmäßige Wellen und Ruckstöße erzeugen.

Die Erdbeben zu Lissabon (1755) und in Calabrien (1783) wirkten deshalb so verheerend, weil wellenförmig fortschreitende Bewegungen gleichzeitig mit auf- und niederspringenden Stößen eintraten. In Caracas (1812) folgten wagerechte Stöße sofort auf senkrechte, kreuzten sich und brachten den Boden in eine Bewegung, welche der einer schwankenden Flüssigkeit glich. „In Jamaica (2692) glich die Erdoberfläche einer wallenden See.

Land und Meer stürzten sich massenweise wild durch einander, die Menschen wurden theils niedergeworfen und hin und her gerollt, theils in die Luft gehoben und weit fortgeschleudert. Hunderte von Spalten öffneten sich gleichzeitig und verschlossen sich im nächsten Momente, um dann abermals aufzuklaffen, und der größte Theil der Stadt Port Royal versank sammt seinem Grunde in das Meer."

Man hat beobachtet, daß Gebirgsmassen, wenn sie tief in die Erde reichen und Spalten an ihnen entlang laufen, einen Damm gegen die Erdbeben bilden. Nur selten haben dieselben die Anden, Pyrenäen und Apenninen überschritten oder sind z. B. von Lahore in Bengalen aus durch den Hindukusch hindurch bis Badakschan, Bokhara und Khokand vorgedrungen. Auch Stromthäler scheinen den Erdbeben die Richtung vorzuschreiben, weshalb Parrey ein Rhein-, Rhone- und Donaubassin unterscheidet. Gay-Lussac vermuthet, daß die inneren Theile der Erdkruste unter dem Drucke der auflagernden Masse die Schwingungen kräftiger mittheilen, die oberen dagen sich loszulösen trachten, besonders wenn Platten, Schichten, Sand und lockre Erde die Außendecke bilden. Die innere Masse kann also nur erzittern, die obere dagegen schnellt empor, wobei feste Gesteine zertrümmern, lockerer Boden Spalten und Risse erhält. Daher bemerkt man in Bergwerken oft nichts vom Erdbeben, und wirken diese gewaltsamer auf lockerem Boden als auf unschwer verschiebbarem Felsengrund.

Die Ausbreitung selbst ist entweder eine gradlinige (lineare) oder ring- (strahlen-) förmige (centrale), deren Erschütterungskreis aber mannichfache Abweichungen erleidet, so daß wohl die eine Bewegung in die andre übergeht oder beide gleichlaufend neben einander hingehn und dabei 4—5 Meilen in der Minute durcheilen. Vulkanische Erdbeben beschränken sich auf einen engen Kreis, sind aber heftig und wiederholen sich oft, weil ihre Ursache näher liegt. In Amerika und Syrien reichten lineare Erdbeben 100—300 Meilen weit, das centrale von Lissabon erfaßte über 700,000 □Meilen, das von Valdivia (1837) verbreitete sich über einen Theil der Südsee und erschütterte einen Flächenraum von 100 Längen- und 40 Breitengraden, das am Rhein (1846) über 3800 □Meilen, das am Mississippi (1843) über 29,000 □Meilen.

Ob so weit unterirdische Höhlen, Spalten und Kanäle reichen, in denen sich Wasserdämpfe ansammeln, oder ob gleichartige Gesteine diese Ausdehnung verursachen, daß weiß man nicht.

So wenig Sicheres wir also über Vulkane und Erdbeben aussprechen können, so wird doch so viel klar, daß unsre Begriffe von Bewegung und Stoffumlauf zu enge sind. Von Luft und Wasser gestehen wir die stete Beweglichkeit, das Auf- und Absteigen, Verbinden und Trennen der kleinsten Theile zu, aber auch Gebirge, Festländer und Meere sind in steter Umwandlung begriffen, Pflanzen- und Thierarten ändern Gestalt, Lebensweise und Verbreitungsgrenzen. Abbadie macht darauf aufmerksam, wie Wärme und Kälte, Tag und Nacht, Sommer und Winter unausgesetzt auf die Erdrinde einwirken, dadurch Wasser, Luft und die festen Stoffe bald ausdehnen, bald zusammenziehen und sie dadurch bald leichter, bald schwerer machen. Rechnet man dazu das einsickernde Wasser, den mit der Luft eindringenden Sauerstoff, die unterirdischen Dämpfe und chemischen Prozesse, so müssen diese Einwirkungen eine stete Bewegung, ein Auf- und Niedersteigen der kleinsten Theilchen zur Folge haben, muß das Verbinden und Trennen einen unermeßlichen Kreislauf des Stoffes verursachen. Wie die Erde im Weltall keine Secunde still steht und bei ihrem Kreislauf um die Sonne nie denselben Weg wieder geht, so verändern auch ihre kleinsten Bestandtheile stets ihre Verbindungen und Erscheinungen, und im Kolossalen beobachten wir dieses Umwandeln bei vulkanischen Ausbrüchen und Erdbeben.

Als Beispiel der Zerstörungen, welche ein Erdbeben veranlassen kann, führen wir das von Lissabon an. Als der Morgen der Allerheiligen (1. Nov.) 1755 anbrach, stand der Thermometer auf 18°, ein heitrer Himmel blickte auf das bunte Gewühl des Festtags nieder, und selbst die Luft stand andächtig still. Da ging gegen 10 Uhr ein tiefes, lang anhaltendes Donnern unter den Straßen hin, heftige Erdstöße durchzuckten nach allen Richtungen den Boden, der wie die flüssige Welle des Tajo sich hob und senkte. Krachend stürzten die Patriarchenkirche und die Casa santa zusammen, dann das Haus der Inquisition, und versank der königliche Palast in die Erde. Das Jesuitencollegium erschlug beim Einsturz alle Bewohner, und das waarenreiche Zollhaus

schwand mitsammt dem Kai hinweg. Wasser wogte an der versunkenen Stelle wallend auf und nieder, die Leute flohen entsetzt auf die Straßen und riefen Gott um Gnade an, doch niederbrechende Wände und Dächer zerschmetterten sie und die Hilflosen, die in den wankenden Gebäuden bleiben mußten. Andre wollten sich auf die Schiffe retten und eilten ans Stromufer, doch blitzschnell stieg der Tajo 30—40 Fuß hoch, fegte die Ufer von Menschen rein, schleuderte Schiffe in die Straßen, zerschellte andre an Gebäuden, sank dann im Nu und wiederholte dieses Steigen und Fallen viermal, wobei er alles Erreichbare zerstörte, die Trümmer aller vorhandenen Gegenstände wirr durch einander warf oder fortschwemmte. Diejenigen, welche in die höher gelegenen Stadttheile flohen, sahen die Berge wanken, Felsmassen abbrechen und niederschmettern und Flammen aus den Klüften empor lodern.

Das Zusammenbrechen ganzer Straßen wirbelte dichte Staubwolken empor, welche den Tagesschein verfinsterten. Da trat eine Pause ein. Die Staubwolken sanken nieder, lächelnd blickte das Himmelblau nieder auf das Elend der Stadt. Verschont Gebliebene krochen aus den Haustrümmern hervor, die an Balken und Sparren Hängenden schrieen nach Rettung, die Verstümmelten nach Hilfe. Bald aber erfolgte ein zweiter Stoß, nach kurzer Pause ein dritter, die Häuser wankten wie Masten; die sich für gerettet hielten, wurden von einstürzenden Häusern erschlagen, Fliehende niedergeworfen, ringsum das Prasseln von Ziegeln und Steinen, Jammergeschrei, Entsetzen. Denn hier und dort brach Feuer aus, verbreitete sich über die Stadt und zehrte acht Tage an deren Trümmern. Wer sich ins Freie geflüchtet hatte, verlor Habe und Speise. Räuber benutzten die allgemeine Verwirrung zu Raub und Brandstiftung, und der anhaltende Regen brachte unter die Obdachlosen neues Elend und Tod. An 60,000 Menschen verloren das Leben, die reizend gelegene prachtvolle Residenzstadt war ein Trümmerfeld.

Auch Algier und Fez wurden von der Erschütterung verwüstet, bei Marokko versank eine Oase mit 10,000 Menschen, ihren Häusern und Heerden in einen aufklaffenden Abgrund, der sich sofort wieder schloß. Die wilde Meeresfluth verschlang den Hafen von Setubal, drang an der ganzen Küste verheerend ins

Land ein in Wogen von 80—100 Fuß Höhe, stürmte über die Landenge und die Wälle von Cadix, stieg und sank 18mal bei Tanger. Den Schaden in Lissabon berechnete man auf 570 Mill. Thlr.

Merkwürdig ist die Verwüstung der Insel Lancerota (1730), obschon dieselbe keinen Vulkan hatte, sondern nur aus einer Spalte eine ungeheure Masse Lava sich ergießen ließ. Auf dieser Spalte erheben sich von Strecke zu Strecke kleine Kegel von etwa 130 Meter Höhe mit sternförmigen Rissen, denen Wasserdampf entströmt. Die Kegel bestehn aus bohnengroßen, schwarzen Rapilli, die oft klappernd über einander hinrollen. Am 1. Sept. 1730 spaltete sich der Boden, ein Berg stieg empor, spie 19 Tage Feuer und ließ aus einem Krater am Ufer des Kegel Lava ausfließen, die anfangs dünn wie Wasser, dann dick wie Honig war. Solche Lava- und Aschenausbrüche wiederholten sich nach kurzen Pausen bis 1736, weshalb schon 1732 die Bewohner die Insel verließen.

Der bereits genannte Jorullo entstand 36 Stunden vom Stillen Ocean entfernt, nach 60tägigem Erdbeben. Seine Grundebene (3 □Meilen) von Mergelschichten hob sich derart aus der Ebene, daß sie einen Absturz von 7—10 Meter bildete, und die gehobene Strecke wölbte sich so allmälig, daß man ihr Ansteigen nur durch Nivellirung feststellt, obschon die Mitte der Wölbung 170 Meter hoch ist. Der Fluß Cuitamba versinkt am Ostrande der Wölbung und erscheint am Westrande als heiße Quelle von 62° wieder. Die 3—4 Meter hohen Hornitos bestehn aus basaltischen Sphäroiden von 1—3 Fuß Durchmesser, welche Mergel verkittet zu Eruptionskegeln, die durch die Dämpfe in schwärzlichen, eisenhaltigen, gelbgefleckten Thon verwandelt sind. Die kleinen Kegel um den Jorullo sind nach Einer Linie gerichtet, und aus seinem Krater floß ein Lavabrei von 200 Meter Dicke, in welchen Syenitklumpen eingebacken waren, die man nur in der Tiefe der Anden findet.

Die Santorin-Inseln bilden die nach Innen steilen Wände eines Kraters von 5—600 Meter Tiefe und 3 Meilen Umfang, der sich nach und nach binnen 2000 Jahren bildete. Sie bestehn aus braunem, glasigem Trachyt, der aus der Tiefe mit Austern und Muschelthieren aufstieg und hier und da weißen Bimsstein

trägt. Nach langen Ruhepausen erfolgten vulkanische Ausbrüche, aber einen wirklichen Vulkan gab es nur kurze Zeit. — Nach viertägigen Erschütterungen und unterirdischem Donnern sah man 1831 bei Sicilien weißen Rauch aus dem Meere aufsteigen, der dichter wurde und eine schwarze Aschengarbe einhüllte, die des Nachts feurigroth aussah, worauf unter Erdstößen ein kreisrunder Hügel erschien, der nach einem Jahre 700 Meter Umfang erreichte und im Krater gelbes kochendes Wasser umschloß. Die Insel bestand aus locker aufgeschichteten Schlackentrümmern und war 1833 vom Meere wieder weggeschwemmt. Selbst die Macaluba bei Girgenti in Sicilien, deren Thonebene von 118 Meter Länge und 40 Meter Breite an 30 Schlammkegel von 1 Fuß Höhe trägt, verursacht zuweilen Eruptionen. Jeder Kegel enthält in seiner Vertiefung brodelndes Salzwasser und läßt zu Zeiten Schlamm ausfließen. Der Erdpechsee der Insel Trinidad, eine Erdöl haltende Macaluba, ist eine Stunde breit und das Pech zur kalten Jahreszeit eine schwarze, muscheliche Decke, welche einen Menschen trägt.

Nebenerscheinungen der Erdbeben.

Um sich diese schreckenerregenden Ereignisse zu erklären, hat man die einzelnen Vorkommnisse dabei genau beobachtet.

Die meisten Erdbeben dauern nur einige Secunden oder Minuten. In solcher Kürze zerstörte das Erdbeben des Aetna (1693) Catania und 49 Ortschaften, wobei 60,000 Menschen umkamen. In Caracas dauerte (1812) der erste Stoß 6 Secunden, der zweite 12, wodurch der Erdboden in wallende Bewegung gerieth, und der dritte senkrechte von 4 Secunden verwandelte die Stadt in einen Trümmerhaufen. Das verwüstende Erdbeben von Jamaica (1692) währte 3 Minuten, das von Lissabon 5 Minuten. Dieses bestand wieder aus 4 Stößen von je 5—6 Secunden Dauer. Manche Erdbeben wiederholen sich in gewissen Pausen, dauern daher mit Unterbrechungen Jahre und dehnen sich über weite Strecken aus, indem sie bald schwächer, bald stärker auftreten. Dabei wird, wie Humboldt beobachtete, der Boden monatelang fast stündlich erschüttert, namentlich in vulkan=

losen Gegenden, denn in Konstantinopel z. B. bebte (1510) die Erde 45 Tage lang fast unaufhörlich, in Canada (1611) an 11 Monate hindurch, in Basel (1356) ein Jahr lang, wobei gleich am Anfange die Stadtmauer zusammen stürzte, am Missisippi (1811) gar über zwei Jahre u. s. w. Endlich kommt es auch vor, daß in fern von einander liegenden Gegenden zu gleicher Zeit Erdbeben statt finden, und bei manchen Vulkanen kehren sie in bestimmten Pausen wieder, beim Stromboli z. B. viertelstündlich, beim Guacamayo bei Quito stündlich, beim Vesuv jährlich, beim Aetna in noch längeren Zeiträumen, beim Cotopaxi in 100 Jahren, wenn man die Ausbrüche zu Grunde legt bei dieser Zeitbestimmung, welche von Erdbeben begleitet sind.

Was das Getöse anlangt, welches vor, mit und nach einem Erdbeben gehört wird, so giebt es ganz geräuschlose Erschütterungen. Gewöhnlich aber braust es dabei im Erdinnern wie ein Sturmwind, oder es klirrt wie zusammengeschlagene eiserne Ketten, oder es rasselt, wie wenn schwer beladene Wagen schnell über ein Pflaster fahren, oder es tönt wie der Wirbel zahlloser Trommeln, oder donnert und kracht in einzelnen Schlägen oder schrillt endlich, wie wenn Massen von Glasgeschirr zusammengeschlagen würden. Diesen Lärm hört man weithin und besonders deutlich in Brunnenöffnungen, weil durch die heranwogenden Erdwellen der Boden vielfach gequetscht, gerieben, angebrochen und gestoßen wird. In Amerika kommen Bramidos (unterirdische Donner ohne Erdbeben) oft vor und dauern zuweilen Monate hindurch; wiederholen sie sich in gewissen Zeiträumen, so heißen sie Retumbos.

Manchmal sind Erdbeben und vulkanische Ausbrüche von einem röthlichen Nebel begleitet, der ganze Erdtheile bis zur Spitze der Berge bedeckt und Dämmerung bringt. Auch begleiten solche Ausbrüche heftige Windstöße, starke Gewitter und Blitze, die schlängelnd aus der Aschensäule fahren und in Island (1755) mehrere Menschen und Pferde erschlugen. Als Calabrien (1783) von einem Erdbeben verheert wurde, lag über Europa bis Island, über Nordafrika und Nordamerika Nebel, der über dem Mittelmeere so dick war, daß die Sonne monatelang blutroth auf- und unterging. Bergleute flohen zuweilen entsetzt aus ihren Gruben,

bei Erderschütterungen, von denen man auf der Oberwelt nichts bemerkt hatte.

Gewöhnlich wird bei Erdbeben die Erdoberfläche zerrissen und zerspalten bei schwer nachgiebiger Erdkruste. Dann bemerkt man hier kaum wahrnehmbare Risse, dort weit gähnende Klüfte von einigen tausend Fuß Länge, vielen Fuß Breite und Tiefe, und diese Sprünge laufen meist gerade aus, selten gekrümmt oder im Zickzack. Im festen Gestein erhalten sich diese Sprünge, im losen werden sie von Sand und Regenschlamm nach und nach verschüttet. Bei wiederholten Stößen klaffen sie auch wohl zusammen, erweitern oder verengern sich. Auch hebt sich wohl der eine Rand, während der andre sinkt, oder stürzen Menschen und Häuser, Uferränder und Felder in die Versenkung des Bodens. In Jamaica sprangen (1692) mehrere hundert Spalten auf, schlossen sich schnell wieder, um sich wieder zu öffnen. Viele Menschen stürzten hinein, manche ganz, andere bis zur Hälfte des Leibes, noch andre ragten nur mit dem Kopfe heraus. Beim Zusammenklaffen der Spalten wurden sie dann jämmerlich zerdrückt und schließlich bei dem Wiederaufthun derselben zugleich mit großen Wassermassen heraus geschleudert. Das Mississippithal glich beim Erdbeben von 1812 langgestreckten Wogen, welche auf ihrem Gipfel zerbarsten und nun Wasser, Sand und Kohlenbrocken emporschleuderten aus Hunderten von Spalten, welche Lyell nach 34 Jahren nicht wieder erkannte, weil sie sich bereits stark verändert hatten. In Calabrien riß das Erdbeben Spalten von $1/2$—1 Meile Länge auf, die 2—150 Fuß breit und 25—100 Fuß tief waren. Ein Kalksteinberg spaltete sich auf die Länge einer halben Meile, und in den Städten verschwanden dabei ganze Häuser, über denen sich die Spalte wieder schloß, so daß man bei späteren Nachgrabungen die Häuser zerquetscht wieder fand. Dagegen wurden andere Häuser neben den versunkenen gehoben, Straßen stiegen an den Häusermauern empor, ein runder Thurm theilte sich in zwei Hälften, von denen die eine um 15 Fuß gehoben wurde.

Werden bei solchen Aufberstungen des Bodens Wasseradern getroffen, so schleudern die Erdstöße Wasser, Sand und Schlamm empor, wie in Catania z. B. 14 solche Brunnen aufbrachen, und bei Aquileja (1702) so viel Wasser und Steine aus den

Spalten hervorkamen, daß die Stadt zerstört und der Acker umher unbrauchbar wurde, während Flammen und dicke Rauchsäulen aus den Bergen der Umgegend stürmisch hervorbrachen; wie denn bei andern Erdbeben Gasflammen aus den Spalten emporloderten.

Wo solches Wasser empordringt, reißt es ein rundes Loch in die Oberfläche, und man sieht in einen ausgedehnten Trichter oder eine kesselförmige Vertiefung (Rundloch oder Erdtrichter genannt), die sich mit Sand oder Wasser füllt, und von deren Rand kleine Sprünge und Risse strahlenförmig ausgehn, wie man in Calabrien viel solcher Trichter findet, die oft ½ Stunde Länge, 100 Fuß Breite und 100 Fuß Tiefe haben. Nach dem Erdbeben (1835) war in Chile die Oberfläche der Felsen der Insel Quiriquina wie Glas zersplittert und zertrümmert und der Boden von tiefen Spalten aufgerissen. Bei einem früheren Erdbeben (1822) ward die Küste 200 Meilen weit erschüttert und 20 Meilen weit um 4 Fuß gehoben, so daß Tange und Muscheln die alten Strandlinien bezeichneten, die granitenen Felsen aber wie mit einem Messer durchschnitten waren.

Erdbeben führen daher oft den Quellen, Flüssen und Seen Wasser zu oder weg, trüben und erhitzen oder kühlen dieselben ab. In Folge der Bodenverschiebung ändern Flüsse und Bäche ihren Lauf, wachsen bei Hemmungen zu Seen an oder versinken in den aufgelockerten Boden. Beim Schwanken des Bodens steigen und sinken Meere und Seen, Schiffe erhalten heftige Stöße, der Wasserspiegel schwankt gewaltig, die Ufer werden überschwemmt und dann beim Zurückfluthen des Bodens weithin trocken gelegt. Der Tajo stieg trotz der Ebbe bei Lissabon 40 Fuß, auf Cadix stürzte eine 60 Fuß hohe Meereswoge los, zerstörte Mauern und Wälle, schleppte die schwersten Kanonen 100 Fuß weit weg, durchbrach die Landzunge, wich dann ebenso schnell zurück, wodurch der Meeresboden bloß gelegt wurde, und wiederholte solche Angriffe viermal. Bis zu den Azoren, Antillen und England stieg damals das Meer 10—20 Fuß. Bei Lima stieg (1746) das Meer gar 80 Fuß hoch, zerstörte die ganze Stadt, 19 Schiffe versanken, 4 wurden eine Stunde weit ins Land geschwemmt, Menschen zwei Stunden weit fortgetrieben. Weicht das Meer dagegen plötzlich zurück bei einem Erdbeben,

so gerathen Schiffe auf den Grund und werden von der zurückkehrenden Fluth zertrümmert; viele Seestädte fanden auf diese Weise ihren Untergang. An der Südküste Kamtschatka's wich bei einem Erdbeben (1737) das Meer so weit zurück, daß man es gar nicht mehr sehen konnte, dann aber kehrte es als 210 Fuß hohe Sturzwelle zurück und riß die höher liegenden Häuser der Hafenstadt nieder. Mallet meint daher, es gehe der Meereswelle eine Bodenwelle voraus, so daß das Meer zuerst zurücktritt, um hierauf bei deren Vorwärtsschwanken anzuschwellen.

Ursachen der Erdbeben.

Da man den Zusammenhang der Erdbeben mit Vulkanen und andern Erscheinungen nicht genau kennt, so sind auch die Meinungen über die Ursachen der Bodenerschütterungen verschieden. Wir müssen auch hier unser Nichtwissen bekennen, und es genügt, die Meinungen der tüchtigsten Forscher neben einander aufzuführen. Es behaupten die Bewohner vulkanischer Gebiete, daß sogar zwischen Wetter und vulkanischen Ausbrüchen ein Zusammenhang bestehe, denn die Thätigkeit der Vulkane wird heftiger, wenn Stürme und Unwetter heranziehen, und im indischen Meere sollen die heftigsten Ausbrüche zur Zeit der Monsuns vorkommen. Kluge will beobachtet haben, daß die meisten Erdbeben im Winter, die vulkanischen Ausbrüche dagegen im Sommer vorkommen, doch fehlt es für diese Ansicht an thatsächlichen Belegen. In Cumana z. B. dauerten (1766) die Erdbeben 14 Monate, in Calabrien fünf Jahre (1783—88), und im ersten Jahre allein zählte man 949 Stöße. Bei ihnen blieb in der Stadt Oppido und im Umkreise von 5 Meilen kein Stein auf dem andern, wogegen man 18 Meilen davon nur leichte Stöße empfand. Oft donnert es monatelang unter der Erde, ohne daß ein Erdbeben erfolgt, ja große Erdbeben scheinen mit der Zeit unter der Erde fortzurücken, so daß von ihnen der Reihe nach verschiedene Gegenden heimgesucht werden.

Hoff, Merian, Parrey u. A. haben sich mit der Beobachtung der Erdbeben beschäftigt und dabei gefunden, daß die meisten in den Herbst und Winter fallen, was auch Volger für die Erd-

beben der Schweiz behauptet. Es fallen aber auch die meisten Erdbeben in die Gezeiten (Ebbe und Fluth), scheinen also Beziehung zum Mondlaufe zu haben. Wirken nun Mond und Sonne (im Perihel der Winters) mit der stärksten Anziehungskraft auf die Erde, so wird auch die Form des flüssigen Erdinnern verändert, und es muß die innere Masse heftig gegen die Erdkruste anschlagen.

Bischof betrachtet die Erdbeben nur als Folge großer Erdschlupfe der Gebirgsmassen, namentlich wenn Thonschieferlager vom Wasser aufgeweicht werden, so daß sie die auflagernden Kalkmassen nicht mehr tragen können, vielmehr als Schlammbrei durch die niedersinkenden festen Massen aus Spalten ausgequetscht werden oder Quellen trüben. Der Mauna Loa der Sandwichinseln erschüttert bei seinen Ausbrüchen nie die Umgegend, und in Amerika kommen die meisten Erdbeben in vulkanlosen Gegenden vor, am Mittelmeere nur in den jüngeren abgelagerten Schichten der Kreide und den jüngsten Aufschüttungen. In den Karpathen sollen Erdbeben in der festen Erdkruste ihren Sitz haben, und im rheinischen Schiefergebirge zählt man in 1000 Jahren durchschnittlich 584 Erdbeben.

Gewöhnlich geht nasse Witterung den großen Erdbeben voraus, welche den Boden erweichen und schlüpfrig machen; dadurch wird die Unterlage fester Gesteine ausgewaschen, worauf Senkungen und Einstürze in die Hohlräume erfolgen. Bei Wagstadt in Schlesien z. B. versank (1827) eine Strecke von 3000 Klaftern 7 Fuß tief, in Georgien und Macedonien versanken ganze Dörfer, am Terek die Hälfte eines sich spaltenden Berges, bei S. Jago in Chile ein Wald von 2 Stunden Länge und 2 Stunden Breite, an der Küste von Dorsetshire eine lange Küstenstrecke mit Gärten und Häusern, so daß nur noch die Dächer der Häuser aus dem Wasser sahen u. s. w. Wo sich nun bei Ueberschwemmungen, Auswaschungen u. s. w. der Schlamm irgendwo absetzt und den Boden erhöht, da scheint die Umgegend gesunken zu sein, was aber thatsächlich nicht der Fall war. Daher hält Bischof die meisten Berichte über Erdbeben für ungenau und übertrieben. Von 15000 Fällen hält Kluge nur bei 124 es für erwiesen, daß das Meer dabei in Schwankung gerieth. Denn nach Horner steigen Meereswellen nur 25—30 Fuß, die Sturm=

fluthen bei Malo 46—60 Fuß, und höher könnten sie bei Erdbeben nicht gehen. Erlitten Schiffe Erschütterungen, so war dies die Folge vom Einsturz unterseeischer Felsen, wobei Boden und Luft erschüttert werden. Der Schall durchläuft ja eine Meile in der Luft in 22 Secunden, im Wasser in 5, in festen Körpern in 2 Secunden. Wellen sollen von Lissabon bis Westindien in $9^1/_3$ Stunde gekommen sein, doch brauchen sie dazu $22^1/_6$ Tag. In den Alpen kommen viel Einstürze vor, weil dort viel Eis, Schnee, Seen und schnell fließende Gewässer zu finden sind.

Vulkanische Kräfte stammen aus größeren Tiefen als Erdbeben, weil sie heißes Wasser aus den Spalten hervortreiben, und wenn solche Kräfte im Stande sind, große Lavamassen zu heben, so müssen sie auch heftige Rückstöße bewirken. Ob Gase bei Erdbeben mitwirken, hält Bischof für unerwiesen. Zwar kochte man in einer heißen Quelle bei La Barca bei einem Erdbeben Hammelfleisch in 5 Minuten, aber ob dies nicht auch zu andrer Zeit möglich war, das hat man nicht untersucht. Da aber alle Gebirge von Wasseradern durchzogen und überschwemmt werden, so müssen auch Auswaschungen und in Folge davon Senkungen oder Einstürze statt finden und die erweichten Massen als Schlammströme ausgepreßt werden. Welche Massen von Salz werden durch Quellen aus Steinsalzlagern fortgeführt! Volger fand in Wallis 20 Gipsquellen, von denen die Lorenzquelle allein jährlich 60,000 Kubikfuß Gips zu Tage fördert.

Bei Vorgängen auf dem Meeresboden wirkt der Wasserdruck mit ein, der bei 3200 Fuß Tiefe 100 Atmosphären beträgt. Stürzt also eine Masse des Meeresbodens in die Tiefe, so verursacht dieses ein Steigen des Meeres und Ueberfluthen der Küste Bei Senkungen in großer Meerestiefe bemerkt man an der Oberfläche des Wassers keine Bewegung, denn nur bei höherem Meeresboden entstehen Brandungen, welche die erweichten Schichten der Küste wegspülen, wie denn auch erweichte Thon- und Schiefermassen von oben herab in die Höhlen und Klüfte der Kalkgebirge eindringen und dadurch einen Wechsel in der Schichtung der Gesteine bewirken. Wo Auswaschungen in Gebirgen fortschreiten, da müssen Erdbeben häufig vorkommen. Boussingault z. B. beobachtete beim Erdbeben von Neu-Granada, welches 5 Minuten anhielt, daß alle 10 Secunden heftige Knalle

erfolgten, weil um diese Zeit neue Senkungen erfolgten, wobei natürlich allerlei Verschiebungen des Bodens mit Einsturz der Häuser vorkommen. Kellergewölbe stürzen leicht ein, weil der Mörtel die Verschiebung der Steine nicht hindert, wogegen Dielen sich heben und in der Mitte zerbrechen, wenn sie an den Enden angenagelt sind. Die oberen Theile der Gebäude werden stärker verschoben als die unteren und stürzen in flachem Bogen herab, hölzerne Gebäude dagegen schwanken wohl, aber halten sich aufrecht. Höhere Gebäude stürzen leichter als niedrige, und bei ungleicher Senkung erfolgt der Umsturz um so gewisser. Ein seitwärts gehender Stoß bewirkt gewaltsame Verschiebungen und Spalten in den verschobenen Schichten, wobei unschädliches Getöse entsteht. Befindet sich zerfallenes Gestein in einem massigen, so wird das Erdbeben sehr heftig. In den Spalten der Erdrinde setzen sich dann gewöhnlich Erze als Füllung ab.

Rücken Senkungen in Folge langsam vorschreitender Auswaschungen unausgesetzt vor, so entstehen seculäre (lange anhaltende) Senkungen oder Hebungen, je nachdem die zersetzten Gesteine zusammengepreßt werden oder anschwellen. Selbst Haarspalten bewirken ein Einsinken der aufgelagerten Masse, wobei in den oberen Schichten eine von unten nach oben sich erweiternde Spalte aufklafft. Tritt Wasser zu, so schließt sich bei neuer Erweichung und Senkung die alte Spalte, worauf sich eine neue öffnet, die Erdbeben also fortdauern. Dagegen widerstehen Silicatgesteine lange Zeit der Erweichung. Heiße Quellen lösen die Gesteine auf oder zerklüften sie und bewirken seculäre Senkungen. Wandelt sich Holz in Steinkohle um, so verursacht dies einen Gewichtsverlust von 75 — 78 %. Da nun nach Dechen das Saarbrücker Kohlenbecken 11,433 Fuß Mächtigkeit hat, so muß die Holzmasse 45,732—51,968 Fuß betragen haben, die seculäre Senkung also 34,299—40,525 Fuß messen. Decken auf dem Meeresboden Sandablagerungen das Holz, so entstehen Hebungen, und bei Saarbrücken wiederholte sich die Kohlenablagerung 150mal.

Rutschende Gebirgstheile zerreiben und glätten die Unterlage und füllen mit diesen Trümmern die Spalten, wodurch Gänge entstehen. „Krystallisation amorpher (unkrystallisirter) Massen, Zersetzungen der Silicat-(Kiesel-)Gesteine bewirken

Senkungen, wenn sie sich fortsetzen, Hebungen dagegen, wenn jene Vorgänge stocken, wobei Spalten von 5—50 Meilen Länge und 500—1000 Fuß Breite entstehen können. Wasser führt feste Stoffe aus dem Erdinnern fort, aber keine neuen hinzu, so daß sich die Hohlräume mit Wasser füllen, bis Gebirgstheile niedersinken und das Wasser verdrängen. Aus den Kalk- und Kieselbestandtheilen des Meerwassers bauen Krebse, Muscheln u. s. w. ihre Schalen und Gehäuse, Thon und Sinter aber setzen sich am Boden ab und erhöhen denselben. Regen- und Schneewasser gelangen in Flüsse und mit diesen schwimmen die aufgelösten Gesteine ins Meer, wo sie endlich als sedimentäre (ablagernde) Gebilde den Boden erhöhen. Je tiefer das Meer ist, um so länger dauert die Auffüllung, und wenn diese aufgelagerten Schichten unter dem eigenen Drucke hart werden, dann reißen sie in Spalten auf."

Auch will man beobachtet haben, daß Erdbeben so lange nicht zu befürchten sind, als Vulkane Dämpfe ausstoßen. Humboldt nennt die thätigen Vulkane daher Sicherheitsventile der Umgegend, und Naumann behauptet, die ganze Erdoberfläche würde gefährlich bedroht sein, wenn sich auf einmal die Auswurfskanäle aller Vulkane verstopften. Hoff endlich hält Vulkane und Erdbeben für verschiedene Arten von Wirkungen je nach der Beschaffenheit der Erdrinde. Der Sitz der Kräfte der Erdbeben liegt tief im Erdinnern; aber wie tief, das wissen wir nicht, sagt Parrey. Naumann giebt folgende Erklärung: „Nach Fourier ist der Wärmeausfluß des Erdinnern gering, weil ihn die Sonnenwärme hemmt. In den Polargegenden geht die Erstarrung des Erdinnern schneller vor sich als unter den Tropen, auch wird in den Polargegenden die Abplattung der Erdrinde nicht verändert, wogegen dieselbe unter den Tropen dünner ist, auch vulkanische Durchbrüche leichter gestattet. An der unteren Seite der festen Erdrinde nimmt die Erstarrung zu, indem flüssiges Material zu fester Masse erstarrt, wobei der Druck der auflagernden Massen verdichtend auf die flüssigen Körper wirkt und zugleich der Raum der feurigflüssigen Massen verengt wird.

„Wird das flüssige Erdinnere eingeengt, so drückt es heftiger gegen die Erdrinde und stört das Gleichgewicht zwischen Festem und Flüssigem, indem es die Abplattung aufzuheben und die voll-

kommene Kugelgestalt herzustellen strebt. Die Erdrinde besitzt aber verschiedene Dichtigkeit und Festigkeit, leistet also nicht überall gleichen Widerstand und duldet hier und da den Durchbruch offener Auswurfskanäle, aus denen dann die Lava ausgepreßt wird, bis das Gleichgewicht des Druckes von innen und außen hergestellt ist. Dabei werden schwache Strecken der Erdrinde nach oben aufgetrieben und steigen, wogegen andre, namentlich um den Aequator herum, sich senken." Erdbeben entstehen dann nach Angelot durch Anhäufung von Gasen und Dämpfen, welche beim Erstarren der flüssigen Massen entweichen, in Höhlenräumen hin und her wogen, bis sie eine Spalte zum Aufsteigen an die Erdoberfläche finden, oder nach Bischof dadurch, daß sich das eingedrungene Meerwasser in Dampf verwandelt und gewaltige Fluthungen und Sprengungen der Erdrinde verursacht. Diese Dämpfe erschüttern die Erdrinde, wenn sie einen gewissen Grad der Spannung erreicht haben, bringen die Lavamassen zum Aufkochen und Aufschäumen, schleudern die obersten Schichten als Auswürflinge aus dem Krater, bis endlich die Masse nachfließt. Erman dagegen sucht die Ursache des Aufkochens und Steigens der Lava in der Aufhebung des Druckes über ihr, wodurch Wasserdampf frei wird. Boussingault, Darwin, Volger u. A. halten Erdbeben für die Folge von Einstürzen im Innern der Gebirgsketten und von Auswaschungen, Lyell, de la Bèche u. A. für die Wirkungen der durch Erwärmung oder Erkaltung hervorgerufenen Ausdehnung oder Zusammenziehung der tieferen Erdschichten. Pony endlich behauptet, Erdbeben würden durch orkanartige Wirbelwinde verursacht, welche durch die Erddecke hindurchwirken und sie erschüttern, und Clement will gefunden haben, daß alle Erdbeben einer ringförmigen, in sich selbst zurückkehrenden Bahn folgen. —

Daß aus dem Erdinneren große Mengen von Gasen aufsteigen, ist eine nicht zu bestreitende Thatsache. Das berüchtigte Thal des Todes (Pakaraman) im javanischen Gebirge Gjeng bei Batur bildet einen länglich runden Kessel, der am oberen Rande 100 Fuß, am Boden 50 Fuß Durchmesser, steile, mit üppigem Grün bewachsene Wände hat und am Boden auf einem Raume von 15 Fuß Durchmesser Kohlensäure entwickelt, welche aber nur einige Fuß hoch steht und daher nur kleine Thiere tödtet.

Marienbad liefert täglich 3600, jährlich also $1^{3}/_{10}$ Million Kubikfuß Kohlensäure, Pyrmont 7 Mill., Kaiser Franzbad 2 Mill., Nauheim 5 Mill., Weinberg $10^{1}/_{2}$ Mill., Neusalzwerk $24^{1}/_{2}$ Mill. Kubikfuß oder 2,8000 Ctr. Kohlensäure. Der Landstrich am linken Weserufer von Karlshafen bis Vlotho ist wie das Plateau von Paderborn eine siebartig durchlöcherte Fläche, wo aus tausend Kanälen Gase heftig ausströmen, die in den Wiesen von Istrupp Schlammhügel von 15 — 20 Fuß aufwerfen und in Wassertümpeln durch aufsteigende Blasen eine stete brodelnde Bewegung unterhalten.

Seltener sind Kohlenwasserstoffquellen, die man auch Erdfeuer oder Feuerquellen nennt, weil man ihr brennbares Gas anzünden und zur Beleuchtung oder Feuerung benutzen kann. Bei Pietra mala in Toscana brechen auf einer Fläche von 12 Fuß Durchmesser Flammen 5 Fuß hoch empor, und leuchten hellgelb. Neben ihnen flackern kleinere hervor einige Zoll bis einen Fuß hoch, die blau mit weißer Spitze brennen und sich ausblasen oder mit einer Handvoll Erde ersticken lassen, während man die großen nur durch Wasser auslöschen kann. Diese Gase scheinen den benachbarten Naphthaquellen oder dem Steinsalz zu entstammen, wie dies auch in andern Gegenden der Fall ist. Zu Baku auf der Kaspihalbinsel Abscheron vereinigen feueranbetende Parsen aus Indien Gasquellen zu vier großen anhaltenden Flammen, wogegen die zahlreichen kleineren bei Regen und Schnee verlöschen. In der Umgegend quillt Bergöl aus dem Boden, von welchem auf der Insel Tschelekin 3400 Quellen jährlich 136,000 Pud Naphtha liefern. Zu Fredonia und an andern Orten des Staates Neu-York brechen zahlreiche brennbare Gasquellen in der Nähe von Salzablagerungen hervor, und in einigen salzreichen Quellen China's bohrt man Tausende von Feuerbrunnen (Hotsing) oft 2000 Fuß tief neben Salzbrunnen, deren Gas man in Röhren faßt und zur Beleuchtung oder Heizung benutzt. In der Provinz Schansi giebt es Feuerberge (Hoschan), aus denen ungeheure Flammen brennenden Gases auflodern. Das Hinzutreten solcher Gase bewirkt jene Nebenerscheinungen der vulkanischen Ausbrüche, deren wir bereits oben gedachten und noch ähnliche Beispiele anführen. Der Vesuv bedeckte 1794 den Raum von einer □Meile mit faust- und

kopfgroßen Steinen, aber auch mit Stücken von 60—260 Pfd. Wenn nemlich vulkanische Bomben schnell an der Oberfläche erkalten, umschließen sie mit concentrischen Hüllen einen flüssigen Kern, der beim Zerspringen sich in Brocken von Sandkornkleinheit auflöst, die an 3000 Fuß hoch steigen. In Java bedeckten diese Massen 40 Dörfer, da sie sich 2 Meilen lang ausbreiteten und Hügel von 100 Fuß Höhe aufschütteten, also 6—10,000 Fuß hoch scheinen gestiegen zu sein.

Gewitterregen verwandeln, wenn sie den Aschenregen durchdringen, denselben in Brei, der dann viele □Meilen bedeckt oder sie als Schlammfluth verheert, in Java z. B. 114 Dörfer begrub, an manchen Stellen den Boden um 50—100 Fuß erhöhte und eine neue Küste von $8^2/_3$ Meilen Länge bildete. Der Vesuv bedeckte im Jahre 79 v. Chr. mit Aschenbrei 112 Fuß hoch Pompeji und Herculanum, füllte die Gebäude aus, hüllte Menschen und Möbel in eine Kruste von erkaltendem Bimssteintuff und fiel in solcher Menge ins Meer, daß dessen Ufer um eine Viertelmeile weiter ins Wasser rückte. Bimssteinablagerungen aus vorgeschichtlicher Zeit findet man hier und da an Neapels Küste. Eine Aschenwolke, die von der Antilleninsel St. Vincent bis Barbados 16 Meilen weit flog, verfinsterte den Tag derart, daß man auf Barbados die Fenster im Zimmer nicht erkennen konnte. Von Sumbava bei Java aus verbreitete sich durch die davonfliegende Asche nächtliche Finsterniß an 100 Meilen weit, und die Asche selbst, einen Raum von 46,000 □Meilen füllend, lag in Sumbava 4 Fuß hoch, auf Java 9 Zoll, so daß man ihre Masse auf $2^1/_2$ Kubikmeile schätzt. Felder und Wiesen wurden verheert, Thiere verhungerten wegen Mangel an Nahrung, Dächer brachen unter der Last zusammen, Menschen erstickten.

Die bisherige Uebersicht belehrt uns, daß Vulkane die Erdoberfläche verändern und den Kreislauf der Stoffe befördern. Wir beachten denselben nicht, obschon er mit jedem Wechsel von Tag und Nacht, von Sommer und Winter eintritt. Pflanzen verwesen als Nahrung des Bodens, und Gebirge verwittern als Nahrung des Wassers, welches aus den aufgelösten Gesteinen neue Stoffe und Wesen (Pflanzen und Thiere) schafft.

In diesem Sichselbstzerstören, um sich zu verjüngen und neu zu erhalten, liegt das Wesen dessen, was wir Leben nennen.

Dieses ist eine stete Selbstvernichtung, welche neue Formen erzeugt. In der ewigen Wandelbarkeit der Gebilde der Erde liegt deren Unvergänglichkeit, wobei kein Stäubchen kann verloren gehn. Diese ewige Wiederholung der Auflösung im Entstehen als das Bleibende in der Schöpfung, dieses ruhelose Anderswerden macht freilich einen trostlosen Eindruck, aber es entsteht dabei stets Besseres, Vollkommneres, und das muß uns trösten über das Vergehen des Schönen, weil aus ihm noch Schöneres hervorgeht.

Viertes Kapitel.

Veränderungen der Erdoberfläche.

„Die Natur ist ein Bilderbuch, welches nur der lesen kann, der das ABC ordentlich gelernt hat, Worte und Sätze richtig aufzufassen weiß in ihrer Hieroglyphenschrift aus Pflanzen- und Thierresten, Gebirgssystemen und Wüsten, Versteinerungen und Gletschern."

Thatsachen von Hebungen und Senkungen des Bodens.

Wir sind gewohnt, den Erdboden als das Feste, Unveränderliche zu betrachten. Zwar brachten Erdbeben und vulkanische Ausbrüche hier und da Veränderungen auf der Erdoberfläche hervor, aber diese waren im Verhältniß zum Ganzen so unbedeutend, daß sie nicht weiter beachtet wurden. Neuere Forschungen, namentlich die über Entstehen der Gebirge, Seen u. s. w. führten zu der Einsicht, daß die Erdoberfläche in stetem Verändern, Steigen und Sinken begriffen sei. Dies geht freilich so langsam vor sich, daß man die Wandelungen erst nach langen Zeiträumen messen kann. Im Binnenlande fehlt dazu ein Maßstab, wohl aber erkennt man am Meeresufer solche Hebungen und Senkungen, wobei es oft streitig ist, ob der Meeresboden sich erhöhte, oder das Land sank. Gewisse kleine Muscheln pflegen sich an der Oberfläche des Meeres in die Uferfelsen einzubohren und zeichnen dadurch Strandlinien ab. Stehn diese über dem Wasser, so muß die Küste sich gehoben haben. Findet man dagegen Wälder und Moore auf dessen Boden, so muß die Küste gesunken sein. Da

ferner jede Muschelart nur in einer bestimmten Temperatur und in gewisser Wasserart (Meer-, See- und Flußmuscheln) lebt, so beweisen versteinerte Muscheln, ob ihr Fundort früher Fluß, See oder Meer war. Finden sich Versteinerungen derselben Art in entfernt von einander liegenden Gesteinen und Gebirgen, so müssen dieselben zu gleicher Zeit und unter denselben Bedingungen entstanden sein, wenn sie gleichartige Muscheln enthalten.

Flüsse und Meereswogen treiben Schlamm- und Geröllmassen fort, und wo sich dieselben anhäufen, scheint das Meer abzunehmen, wo dagegen unterwaschenes Ufer einstürzt und weggeführt wird, da gewinnt das Meer an Raum. Es wandern aber ungeheure Massen von Schutt von den Gebirgen ins Meer, wo sie sich Tausende von Fuß hoch auflagern. Oft wandelt sich alter Meeresboden in Torf und Moor um, welche begierig Wasser auffaugen, sich aufblähen und dann über das Wasser hervorragen. Hat man solche Erhöhungen dann entwässert, so sinken sie zusammen und werden zu Haide. Am Tage dehnen sich sogar Felsen aus in Folge der Bestrahlung, und sinken dann des Nachts bei der Kälte zusammen, wie dies der chilesische Astronom auf der Sternwarte des Santa Luciahügels bei Santjago beobachtete. Auch auf dem Observatorium zu Armagh in Irland bemerkte man, daß das Haus bei starkem Regen sich hob, um bei starker Verdunstung wieder zu sinken.

Man hat Beispiele solcher Oberflächenveränderungen gesammelt, welche entweder ruckweise in kurzen Zeiträumen erfolgten, oder langsam und andauernd (seculäre Hebungen) vor sich gingen, z. B. der Vulkan Jorullo im Mejico im Jahre 1759, dessen Entstehen Schleiden beschreibt: „An seiner Stelle gab es eine fruchtbare, wohl angebaute Fläche. Da vernahm man im Juni ein starkes unterirdisches Getöse, auf welches heftige Erderschütterungen folgten, die über zwei Monate lang sich wiederholten, bis sich endlich im September die Erde öffnete und Ströme von basaltischer Lava nach verschiedenen Richtungen hin sich ergossen, wodurch eine sehr bedeutende, bis 480 Fuß betragende Erhöhung der ganzen Gegend eintrat, welche mit einem 30—35 Fuß hohem steilem Abfalle, dem Rande der Lavaströme, in das umgebende Land abfiel. In der Mitte dieses von Lava gebildeten Plateaus,

des sogenannten Malpais, fand aber noch außerdem längs einer Spalte eine Erhebung statt, durch welche außer sechs kleinen Kegeln auch der Jorullo als ein Berg entstand, der 1550 Fuß über die Ebene aufstieg. An seinem Gipfel war er mit einem länglichen, zum Theil spaltenähnlichen Krater versehen, aus welchem noch viele Schlacken und andre Auswürflinge ausgeschleudert wurden und kleine Lavaströme sich ergossen."

Bei Conception in Chile stieg 1835 die $1\frac{1}{2}$ Meilen lange Insel S. Maria und die Küste um eine Erdmasse, aus welcher man Tausende von Pyramiden bauen könnte. Der Strand an der Stadt hob sich 8 Fuß, die Südseite der Insel 8 Fuß, die Mitte 9 Fuß, die Nordseite 10 Fuß. Nach einem halben Jahre war Alles wieder gesunken. Marcus Aurelius baute bei Pozzeoli einen Serapistempel, welcher 1198 n. Chr. ins Meer sank und 1538 wieder auftauchte, als der Monte Nuovo am Vesuv entstand, so daß der Tempel 340 Jahre unter Wasser war, während das übrige Ufer unverändert blieb. Die drei Säulen dieses Tempels messen 40 Fuß und sind aus einem Stück gemacht und neigen sich, wie ihr Boden, ein wenig dem Meere zu, welches den Boden häufig überschwemmt. Als man den Tempel 1749 entdeckte, ragten die Säulen nur mit ihrer oberen Hälfte aus dem neuen Schutte von Lapilli und vulkanischem Sande heraus. Dieser Schuttaufwurf setzt sich bis an den Steilabfall des Terrains unter der Villa Cicero's fort und schließt stellenweise viele Schalen von Muscheln in sich, deren Arten noch jetzt im Meere leben, und die man zuvor wegschaffen mußte, ehe man den Boden des Tempels bloß legen konnte.

Küstenschwankungen findet man auch anderwärts, z. B. in Japan bei Oasaka, im Indusdelta bei Sindree, wo 1819 der 10 Fuß hohe Gottesdamm entstand in einer Breite von 3 Meilen und in einer Länge von 11 Meilen. Die Küste von Gaeta bis Amalfi soll um 36 Fuß geschwankt, im Jahre 200 v. Chr. am Höchsten, im 10. Jahrhundert am Tiefsten gestanden haben. Chile's Küste stieg 1835 um 4—5 Fuß, und sank dann wieder um 2—3 Fuß. Dabei hob sich der Meeresgrund um die Insel S. Maria um 9 Fuß, so daß die Felsenriffe mit ihren Muschelvorräthen hervortraten, deren Verwesung die Luft mit Gestank erfüllte. Bei Valdivia hob sich der Meeresboden 1837 um

8 Fuß, an andren Stellen liegen Muschelbänke 100 Fuß über dem Meere, und Sand und Geröll bezeichnen alte hochliegende Strandlinien in 400, 1000—1300 Fuß Höhe. An Kandia's Küsten sieht man ungleiche Erhebungslinien von 17—27 Fuß Höhe, in Aracan von 9—23 Fuß, in Neu-Seeland von 1—9 Fuß, denn nördlich von der Cooksstraße hob sich die Küste, südlich davon sank sie um 5 Fuß.

Nicht minder zahlreich sind die Beispiele von plötzlichen Senkungen. In Calabrien rutschte ein ganzes Schichtensystem herab und bildete eine 2 Meilen lange Schlucht am Fuße des Granitabhanges. Bei Oppido öffnete sich ein Abgrund, in welchen Oliven- und Weingärten stürzten, und dessen 500 Fuß langer Kessel doch noch 200 Fuß tief blieb. Bei Mileto rutschte eine Landmasse von 1 Meile Länge und $1/2$ Meile Breite, bei Polistena gar ein Theil der Stadt $1/2$ Meile weit hinab ins Thal. In Lissabon versank der Hafendamm mit den dorthin geflüchteten Menschen in die Tiefe, wobei der Strudel noch Boote und Schiffe verschlang. Zu Port Royal schwand eine Fläche von 1000 Acker ins Meer, und zwar die Hafenmagazine 24—48 Fuß senkrecht, daß man die Ruinen noch nach 100 Jahren unter dem Wasser sehn konnte, wie Lyell noch die abgestorbenen Bäume in der Wassertiefe erkannte, als im Mississippithale 40 Jahre vorher Strecken von 5 □Meilen versanken und zu See wurden. In Bengalen schwanden 1762 an 15 □Meilen mitsammt den Bergen ins Meer. „Das Erdbeben von Cutsch veränderte 1819 an 94 □Meilen im Delta des Indus. Während einerseits die Anschwellung des Gottesdammes (Ullah-Bund) gebildet wurde, erfolgte südlich und östlich davon eine sehr ausgedehnte Senkung, welche bei Luckgut 18 Fuß, an andern Stellen 4—10 Fuß betrug, so daß der größte Theil dieser Einsenkung vom Meere überströmt und der Schiffahrt ein ganz neuer Weg eröffnet wurde. Dorf und Festung Sindree fielen senkrecht hinab, so daß der obere Theil der Häuser aus dem Wasser des seichten, 400 □Meilen großen Meerbusens emporragte. Nach 9 Jahren sah nur noch ein einzelner Thurm 2—3 Fuß aus der Wassermasse, welche der niedrige Landstreifen des Gottesdammes begrenzt, doch nach 10 Jahren war die Lagune seichter geworden, so daß nun auch andres Gemäuer aus der Fluth aufragte.

Alte Strandlinien stehen oft in Stufen über einander als alte Uferterrassen und beweisen ein ruck- und stufenweises Aufsteigen der Küste nach längeren Ruhepausen des Stillstandes. Lyell berechnet, daß sich 1822 in Chile ein Flächenraum von 4700 □Meilen hob, d. h. eine Landmasse, welche an Gewicht dem von 100,000 Pyramiden oder 600,000 Millionen Tonnen gleichkommt. „Für solche Kraftäußerungen fehlt unserer Vorstellung jeder Maßstab.“ Alte Strandlinien fand Darwin an der Westküste Südamerikas in 5—8 Terrassen, und oft lagen die Muschelschalen 25—30 Fuß hoch über einander. In einer Höhe von 1300 Fuß sah er zwischen solchen Muschelresten Seetang, Baumwollengarn und geflochtenes Bast, und ähnliche Linien entdeckte d'Orbigny an der Ostseite der Anden, so daß er daraus folgert, das Gebirge habe sich mit Einem Ruck gehoben, so daß die Muscheln vom Meere nicht konnten weggespült werden. Bei Gibraltar fand Smith Schalen noch im Meere lebender Muscheln in verschiedenen Linien 12 — 600 Fuß über dem Meere. Bei Cagliari auf Sardinien sieht man 150 Fuß hoch Muschelbänke, zwischen denen Thongeschirr liegt; am Aetna bemerkte Sartorius Meeressand und Muschelreste in Höhen von 160—1000 Fuß, bei Palermo gehn sie 180 Fuß hoch, und erkennt man an den Bohrmuschellagern noch Spuren des zackigen Wellenschlages.

Frankreichs Westküste hebt sich von der Charente bis zur Loire und selbst im Innern des Landes fand man eine 15 Fuß hohe Austernbank und ein gescheitertes Schiff. Muschelbänke von noch im Meere lebenden Schalthieren entdeckte man 9000 Fuß weit vom Strande und 50 Fuß hoch liegend, ja weiter im Innern erkannte man an Felswänden Hohlkehlen und Auswaschungen des Wellenschlages und Bohrlöcher von Muscheln. Der alte Salzhafen Bahaud liegt jetzt 9000 Fuß vom Meere, aus welchem Riffe und Inseln auftauchen, und wo Moräste am Ufer sich bilden.

England, vor Zeiten eine Halbinsel Frankreichs, wuchs so hoch an, daß seine Berge Gletscher trugen, worauf es ganz unter das Meer tauchte, so daß sich auf den Bergspitzen Muscheln ansammelten, die man heute noch dort findet, nachdem das Land sich wieder gehoben und seine heutige Gestalt angenommen hat. Die Westküste von Cornwall bis Schottland steigt, die Ost- und

Südküste sinkt, und an den Bergen gehen die alten Strandlinien um so höher, je weiter man sie in das Innere des Landes verfolgt. In Schottland stehn die alten Strandlinien 40—370 Fuß über dem Meere, an der Westküste der Insel Jura liegen ihrer sieben über einander, und Aehnliches beobachtete man an den Küsten der Hebriden und Irlands. Die Pictenmauer des Antoninus erreicht nicht mehr das Meer wie früher, und bei Falkirk, Plymouth u. s. w. findet man landeinwärts römische Docks.

Die interessanteste Messung der Küstenhebung ist die von Schweden. Der berühmte Celsius folgerte daraus, daß Buchten und Baien zu Wiesen wurden, manche am Gestade erbauten Häuser in das Land hineingerückt waren, Boote und verschüttete Fischerhäuser weit ab vom Strande tief im Sande lagen, daß das Meer im Niveau abnehme. Denn er hatte an einem Felsen der Insel Loefgrund, die nicht weit von Gefle liegt, Merkzeichen eingeschnitten und fand nach 13 Jahren, daß diese vom Meere nicht mehr erreicht wurden, was später die Untersuchungen Lyell's nachwiesen, daß nemlich von 1730—1849 das Meeresniveau um 915 Millimeter gesunken sei. Die Ansicht des Celsius fand bei seinen theologischen Kollegen der Universität so großen Widerspruch, daß sie ihn der Ketzerei anklagten. Diese Sache kam vor den Reichstag, welcher aber kein Urtheil zu fällen wagte, weil er von derlei Dingen nichts verstehe. Jetzt nahm der geistliche Stand des Reichstages, welchem sich der bürgerliche Stand anschloß, die Sache in Verhandlung, entschied nach den Büchern Moses und verurtheilte den Physiker wegen Ketzerei, weil dieser behauptete, der Boden der Ostsee sinke in 100 Jahren um 45 Zoll. Linné trat zwar auf die Seite seines Kollegen, aber die Theologen setzten ihren Spruch durch. Nun nahmen sich aber auswärtige Gelehrte der Sache an. Playfair erkannte (1802) die Thatsache an, meinte aber, nicht der Meeresboden sinke, sondern das Land steige. Leop. v. Buch stimmte ihm bei (1807), daß von Frederikshall bis Abo und Petersburg das ganze Land langsam steige, und seit dieser Zeit ward dieser Streit eine Lebensfrage für Schweden, weil sie über Schiffahrtswege u. s. w. entschied. Man verlor in Schweden das Vertrauen zu dem verketzernden Ausspruch der Theologen von Upsala und Stockholm und beauftragte die Akademie mit der Prüfung der Sachlage,

da schon der Italiener Moro behauptet hatte, nicht das Meer, sondern das Land verändere sich.

Die schwedische Akademie nahm also die Sache in die Hand und beauftragte den Akademiker Bruncrona, Zeichen an Insel- und Festlandküsten einzuschneiden, um den Höhenstand des Meeres zu messen. Da stellte sich denn heraus, daß der verketzerte Celsius in der That die Wahrheit gesprochen hatte, denn an der Torneamündung sinkt das Land langsam in 100 Jahren um $1^{60}/_{100}$ Millimeter, wogegen die Alandsinseln sich in 100 Jahren um 5 Fuß heben, Südschweden allmälig unter das Meer hinabgleitet. An seinen Küsten findet man daher untermeerische Wälder, das Straßenpflaster der Seestädte Trelleborg, Ystadt und Malmoe muß von Zeit zu Zeit erhöht werden, damit Hochfluthen nicht eindringen, weil das Küstenland in einer Breite von 150 Fuß versank.

Im Jahre 1834 nahm Lyell diese Untersuchungen auf und wies nach, daß sich ein Theil der schwedischen Küste in 100 Jahren um 3 Fuß hebt, wogegen die Ostküste von Söderalje um 64 Fuß gesunken ist. Kalmar stieg in 400 Jahren um 4 Fuß, bei Stockholm liegen Bänke noch im Meere lebender Muscheln 30 Fuß, an andern Stellen 70—100 Fuß über dem Meere, färben den Thon blau, und ihre Schichten bilden im Thale von Söderalje 60 Fuß hohe Terrassen. Als man dort einen Kanal grub, fand man die Reste von einem alten Kahne, einen Anker und eiserne Nägel, in einer Sandschicht 64 Fuß tief eine Bretterhütte von 8 □Fuß mit einem Steinheerd, Kohlen und Kiefernscheitholz. Es hatte nämlich König Olaf im 11. Jahrhundert einen Kanal vom Mälarsee bis zum bothnischen Meerbusen graben lassen, welchen später Treibsand verwehte und dabei vielleicht jene Hütte verschüttete. Indessen Lyell sammelte sehr viel Beweise, daß Schwedens und Finnlands Küste sich 400 Fuß gehoben hat, weil er dort in Thon und Mergel Muscheln fand von Arten, die nur im Meere leben. Christiania blieb zwar seit 300 Jahren unverändert, Drondheim aber stieg in 1000 Jahren um 18 Fuß, und auf den Bergen bezeichnen abgestorbene Nadelhölzer die alten Waldgrenzen. Hammerfest stieg um 600 Fuß, die Torneamündung in 100 Jahren um $5^1/_4$ Fuß, die Alandsinseln um 3 Fuß. Dieselben Wahrnehmungen machten andre

Gelehrte (Keilhau, Robert u. A.) an der norwegischen Küste, die sich vom Kap Lindenäs bis zum Nordkap 400—600 Fuß muß gehoben haben. So hoch stehn Korallenbänke, welche 1500—1800 Fuß unter dem Meere leben.

Die Theologen schwiegen seitdem, aber Naturforscher setzten um so eifriger ihre Untersuchungen fort. Bravais erforschte und maß die alten Strandlinien bis Hammerfest und fand, daß dieselben in den Fjords sanft vom Meere aus in Terrassen über einander liegen. Sie neigen sich nach dem Meere und steigen im Innern des Landes aufwärts. Bei Hammerfest sah er 80 Fuß über dem Meere abgerundete vulkanische Schlacken, die von Island und Jan Mayen stammen, ans Land getrieben wurden und mit demselben bis zu der genannten Höhe emporstiegen. Kane sah im Winterhafen Port Foulke 23 alte Uferlinien bis 110 Fuß hoch am Ufer, am Humboldtgletscher gar 41 Strandlinien über einander.

Selbst in Spitzbergen sieht man solche alte Strandlinien 150 Fuß über dem Meere und in Island noch höher. An den Nordküsten des europäischen und asiatischen Rußlands fanden Murchison, Keyserling u. A. tief im Lande an Flußufern in alten Meeresablagerungen 150 Fuß über dem Meere Muschelreste von Arten, die noch in den benachbarten Meeren leben und in die Zeit der Mammuthe, Ure u. s. w. gehören. Nach Forchhammer stieg Dänemark erst in der letzten Periode der Erdbildung aus dem Meere auf, wie denn auch Nordjütland und der Osten Bornholm's sich heben.

Neben solchen Hebungen aus neuerer Zeit, die freilich nach Jahrtausenden rechnet, kennt man gleichzeitige Senkungen, wie die aufrecht stehenden Wurzeltheile von niedergestreckten Baumstämmen an Frankreichs und Englands Küste beweisen. Diese Bäume, deren Arten noch im Lande wachsen, stehn unter dem Meeresspiegel, und unter ihnen liegt römisches Töpfergeschirr 12 Fuß tief, römische Straßen 6 Fuß tief, und die Baumstämme der großen unterseeischen Waldungen der englischen Ostküste kann man mit dem Grabscheit wie Torf durchschneiden, obschon diese Holzlager 15—25 Fuß tief unter Thon- und Muschelschichten liegen. Sogar die Ruinen von Gebäuden grub man in diesen versunkenen Wäldern der Bretagne, Normandie, an der Mündung

des Mersey, an den Küsten der Hebriden, Orkneys u. s. w. aus. An der französischen Küste kann man zur Zeit der Ebbe auf dem Meeresboden einen Flußlauf $1^1/_4$ Meile weit verfolgen, bis er in einer Breite von 120 Fuß auf dem flachen Grunde des Kanals zwischen zwei flachen unterseeischen Plateaus mündet.

Die Beobachtungen in Schweden regten an, ähnliche Untersuchungen auch an andern Küsten anzustellen. Der bothnische und finnische Meerbusen fließen in die Ostsee ab, ihr Boden hebt sich und in einigen tausend Jahren wird der Archipel der Quarken zwischen Umea und Vasa eine Halbinsel, die Bucht von Tornea ein Binnensee sein, wie es der Ladogasee wurde. Endlich müssen die Alandsinseln zur Landenge zwischen Stockholm und Petersburg heranwachsen und einige Wasserbecken als Ueberreste des alten Meeres abschließen. Bis ins Wolgabecken hinein findet man Muscheln des uralten Eismeeres, welches einst Rußland, Norddeutschland und Westsibirien bedeckte, und mit der Nordsee in Verbindung stand durch einen Kanal, dessen Weg der Mälar-, Hjelmar- und Wenernsee bezeichnen. In Südschweden und an der Ostküste der dänischen Inseln findet man große Austernbänke, die man Küchenüberreste (Kjoekkenmoeddinger) nennt, und von denen die Bewohner im Steinalter sich ernährten. Jetzt leben keine Austern mehr in der Ostsee, da sie nicht salzhaltig genug ist. Seemuschelreste stehn 36 Fuß hoch am Kattegat, und nach Baer schloß sich erst vor 5000 Jahren die Meerenge, welche Südschweden von Hochschweden trennte, was auch Buch behauptet.

Auch in Spitzbergen findet man alte Uferlinien, die sich dem Meere zuneigen, 135 Fuß hoch Walfischknochen und Muscheln, deren Arten noch im Meere leben, weit in Sibirien und Rußland in den Sand- und Thonschichten der Flußufer und der Moräste (Tundern) Massen von Mammuthsknochen, die sogar Handelsartikel sind, Seemuscheln, Haufen mittelsibirischen Holzes (Noahholzes) u. s. w. In geschichtlichen Zeiten verwuchs binnen 60 Jahren die Insel Diomida mit dem Festlande, und die Polarländer Nordamerika's bis Grönland sind im Steigen begriffen, da man in Höhen von 200—650 Fuß Walfischknochen findet; dasselbe beobachtete man am nördlichen Theile der Westküste Grönlands und an der Südspitze des Grinnellandes. An der Mündung der schottischen Flüsse Clyde, Forth und Tay fand

man römisches Töpfergeschirr, weit ab vom Meere römische Hafenbauten, und die Trümmer der Grenzmauer des Antonin stehn 24 Fuß über dem Meere. Seit 1810 scheint sich dieses Steigen Südschottlands zu beschleunigen, welches früher Meeresboden war, und am Snowdon entdeckte man 1230 Fuß hoch 54 Muschelarten, deren Geschlechter noch im Meere leben.

Während Nordeuropa auf weite Strecken hin sich hob, sank das Mittelmeer wie eine Erdfalte ein, wogegen sich seine Ränder von der Sahara bis Mittelfrankreich, von Spanien bis zur Krimm und Tartarei hoben. Früher hingen die Atlasländer mit Europa durch die Landenge von Gibraltar, Sicilien u. s. w. zusammen, und noch hebt sich Kreta's Ostküste, Siciliens Nordküste, Sardinien, die Balearen, Tunis, die Sahara, Syrien, die Küste am Rothen Meere bis Suez. Dagegen bedeckte ein tropisches Meer die heutige Sahara, stand bei den canarischen Inseln mit dem damaligen atlantischen Ocean in Verbindung und hatte an der Stelle der Syrten eine breite Meerenge. Escher von der Linth und Desor fanden daher in der Sahara hohe Sanddünen, Geröll, Muscheln von Mittelmeerthieren, Salzbecken 800 Fuß hoch. Die Sahara Algeriens hob sich zwar, aber sumpfige Niederungen neben derselben stehn tiefer als das Mittelmeer, und in jüngster Zeit ward der See Tritonis, eine Verlängerung des Busens von Gabes, zu einem Morast. Vielleicht sanken die Alpen etwas ein, als der Boden des Saharameeres sich hob. Die Dunstmassen dieses Meeres trieben die Südwinde nach Norden, wo sie sich an den Alpen als Schnee niederschlugen und nach Escher die Gletscher der Eiszeit bildeten. Seit die Sahara Wüste und von der Tropensonne erhitzt wurde, streicht heißer Wind als Föhn bis zu den Alpen und verzehrt dort in wenig Stunden ungeheure Schneemassen. Auch haben die Alpen durch Zertrümmerung ihrer Gipfel an Höhe abgenommen, und daher weichen die Gletscher zurück.

Da die Häfen von Karthago, Utika und andrern Seestädten des alten Tunis sich mit Sand füllten, Baien verschwanden, die Vorgebirge weiter ins Meer vordrangen, so muß die Küste gestiegen sein wie die der großen Inseln Italiens. Vor 2000 Jahren reichte die Bai von Poitou bis Niort, jetzt ist sie sehr eingeschrumpft. Der alte Handelshafen von Brouage liegt jetzt

weit im Meere, die alten Meeresarme wurden zu Wasserrieseln, Salzsümpfen und Austernbänken, und Rochefort, wo Ludwig XIV. Schiffe bauen ließ, steht jetzt 5 Fuß höher in angeschwemmtem Lande.

Gleiche Hebungen entdeckte man im Osten des Mittelmeeres, wo der Kaspi- und Aralsee mit dem Schwarzen Meere in Verbindung standen, Seesalzbecken die Ebenen bedecken, wo Seehunde im Kaspisee leben und dessen Thierwelt oceanischen Charakter trägt. Nach Humboldt reichte das alte Eismeer vom Obibusen bis zum Kaspisee. Während die Küsten von Iskanderum durch Meeresanschwemmung wuchsen, sank ein Thurm von Beirut tiefer ins Meer, versandeten die Häfen Palästina's und stehn alte Befestigungen derselben unter Wasser. Malta, Rhodus und Cypern steigen, Kreta an der Nordküste wuchs um 60 Fuß, die Ruinen von Troja, Smyrna, Priene, Ephesus und Milet liegen weit im Lande, Inseln wurden zu Vorgebirgen, Golfe zu Binnenseen, und die Küste wuchs binnen 2000 Jahren um 480 □Kilometer. Die alten Golfe des Schwarzen Meeres sind jetzt stinkende Sümpfe, und bei dieser Hebung des Meeresbodens brachen sich vielleicht die abfließenden Gewässer einen Abfluß durch die Straße von Konstantinopel, dagegen ward aus dem großen See Capria bei Adalia eine Sumpfebene und nahm die Halbinsel um 400 □Kilometer zu.

An andern Küsten des Mittelmeeres, der Nord- und Ostsee läßt sich ein langsames Sinken nachweisen. Mitten in der Sumpffläche des Sees Menzaleh liegen die Ruinen alter Städte; im Jahre 1784 entstand durch einen Meereseinbruch die Bucht von Abukir, in Alexandrien stehn die Grotten und Katakomben unter Wasser, in denen die Ptolemäer sich begraben ließen, und welche man die Bäder der Kleopatra nennt. Auch bei Suez füllten sich solche Felsengräber mit Meerwasser, und gleiche Erscheinungen vom Sinken bietet die der Insel Kreta zugewandte Küste Egyptens.

Am adriatischen Meere versinkt langsam die Küste nördlich von Zara und Pesaro, in Venedig mußte man wiederholt das Straßenpflaster erhöhen, und die altrömischen Bauten der Georgsinseln stehn unter Wasser. Man fand 400 Fuß tief Anschwemmungsland, noch tiefer Torflager und Thierreste. Die Etsch

mündete im Jahre 589 bei Brandolo, seitdem wuchs das Poland jährlich um 75 Fuß, seit 200 Jahren jährlich um 200 Fuß. Ravenna weicht immer mehr vom Hafen zurück, und bei Cattolica versank seit 200 Jahren eine ganze Stadt derart, daß man nur noch die Reste von zwei Thürmen bei stillem Wetter unter Wasser sieht. An manchen Stellen der dalmatinischen und istrischen Küste, z. B. bei Triest, Zara u. s. w. sieht man auf dem Meeresboden Sarkophage, Mosaike und Pflaster, und Bohrungen im Pothale, wo der Fluß doch seit Jahrtausenden Schlamm absetzt, haben erwiesen, daß solch altes Schwemmland unter dem Meeresniveau steht, woraus man folgert, daß das Thal sinkt. Vielleicht reicht diese Senkung durch ganz Mitteleuropa, denn Küstensenkungen beobachtete man in der Bretagne, Normandie, England, Holland u. s. w. Man findet versunkene Häfen; ein altes Kloster, welches man entfernt vom Ufer erbaute, steht jetzt auf einer Insel, die zur Zeit der Fluth vom Meere überschwemmt wird. Das Sommethal hob sich, wie 36—40 Fuß hoch über dem Ufer liegende Muschelreste beweisen, in vorgeschichtlicher Zeit, wogegen es seit einigen Jahrtausenden langsam sinkt, denn versunkene Wälder begleiten die Ufer, und die Moore von Abbeville enthalten Reste von Landthieren und Süßwasserpflanzen in einer Seebucht.

Die Flächen um Dortrecht wurden zum Binsenwalde des Biesbosch, der Zuydersee verwandelte sich in ein Moor, dann in einen See und endlich in einen Meerbusen, welchen Seeschiffe befahren können. Bekanntlich schützt man sich in Holland durch kostspielige Deiche (Dämme) gegen das Meer, und liegen die Seestädte der Schelde-, Maas- und Rheinmündung tief unter dem Meeresniveau. Die Küste von Holland bis Jütland verlor 82 □Meilen Marschland, von welchen man 47 □Meilen zurückeroberte. Helgoland bezeichnet die Grenze des alten Deutschlands und Nordstrand ward erst 1240 zur Insel, 1634 durch Hochfluth zerstückelt. In Calais stehn die Straßen nur 3 Fuß über der Hochfluth, der Ackerboden aber tiefer, in Dünkirchen die Straßen nur 60 Centimeter über, die Felder 3 Fuß unter dem Meeresniveau. Noch niedriger liegen die Straßen von Ostende, und die Polders an der Scheldemündung stehn 10 Fuß unter der Meeresfluth; auch die Straßen von Rotterdam und

Amsterdam stehn niedriger als die Sturmfluthen. Auch an den Küsten von Cornwallis, Yorkshire, Hannover und Schleswig findet man unterseeische Moore, verschüttete Wälder, durchbrochene oder verkleinerte Inseln. Schleswig muß um 12 Fuß gesunken sein, denn auf dem Grunde des Hafens von Husum fand man mitten in einem versunkenen Birkenwalde ein Grab aus dem Steinalter, an der Schleimündung unter dem Wasser die Trümmer eines alten Schlosses und weit im Meere Baumstümpfe eines Waldes, den im Mittelalter noch Hirsche bewohnten. In einer Austernbank bei Borkum fand man alte Brunnen, Urnen und Torflager. In der Meerenge von Fehmarn stehn Mauerreste, an der Travemündung Steinblöcke, die man am Ufer aufstellte, im Meere, so daß man berechnet, Dänemark und Schleswig-Holstein müssen seit 1240 über 3000 Kilometer Land verloren haben. Weiterhin sinkt auch das Südufer der Ostsee; denn Rügen, früher Festland, zersplittert sich immer mehr in Halbinseln, Bornholm ist von unterseeischen Wäldern umgeben, neben Pommerns und Ostpreußens Küste lagern versunkene Wälder. Auch Usedom und Wollin werden von den Wellen abgenagt, eine Halbinsel Usedoms ist vom Meer durchbrochen und Sandbank geworden wie Samlands Spitze. Die Ruinen der Adalbertskirche, welche man vor vier Jahrhunderten 7 Kilometer weit vom Meere erbaute, sind vom Ufer desselben jetzt kaum noch einige hundert Schritt entfernt. Das Tief von Pillau (1800 Klafter breit und 12—15 Fuß tief) entstand 1510, und früher mündete die Weser in den Jahdebusen, ging die Elbe durch das Aller- und Weserthal, die Oder durch die Havelseen ins heutige Elbthal. Es scheint demnach, daß der Aermelkanal und die Südhälfte der Ost- und Nordsee eine Senkungsfalte bezeichnen, welche sich 1800 Kilometer weit zwischen den aufsteigenden Küsten hinzieht, weil das vom Norden der Ostsee zurückgestaute Wasser nothwendig die Südküsten abnagt und wegschwemmt.

Wie bereits bemerkt wurde, wies Darwin an Südamerika's Westküste Hebungen, an der Südküste Senkungen nach. Stufenweise übereinander liegende Strandlinien enthalten unter dicken Sand- und Erdschichten Muschelschalen von Arten, die noch im benachbarten Meere leben. Diese Linien liegen in Stufen von 100—400 Fuß über einander und bezeichnen lange Zeiten der

Ruhe, da sie mit Erde bedeckt sind. Von Conception und Valparaiso an, wo die Linien 900—1200 Fuß hoch liegen, sinken sie bis Coquimbo bis auf 300 Fuß, an Bolivia's Grenze auf 120—150 Fuß, steigen dagegen nach dem Innern des Landes zu aufwärts, da sich das Plateau der Gebirge schneller hebt, was vielleicht die Vulkane verursachen, deren Wachsen durch trigonometrische Messungen nachgewiesen ist. Bei Chilon wurden die alten Häfen unzugänglich und Inseln zu Vorgebirgen. Salz und Muscheln bedecken die Wüste von Atakama, bei Arica wich das Meer binnen 40 Jahren 650 Fuß zurück, wogegen Callao sinkt, so daß die Stelle der alten Stadt unter Wasser steht. Nach Norden zu steigt der Boden wieder, und Darwin berechnet die ganze Hebungsstrecke auf eine Entfernung, welche der von Paris bis Tobolsk entspricht. Die argentinischen Pampas waren zu jener Zeit noch Meeresboden, als in Südamerika das Megatherium, Mastodon u. s. w. lebten. Hierauf wurden sie gehoben und trocken gelegt, doch jetzt sinken sie unmerklich dem Meere zu. Auch am Fuße der Bergstufen Patagoniens zerstört das Meer die Küste, denn es benagt und zerstört dieselbe 12—15 Fuß hoch. Während rings der Meeresboden sinkt, hob sich gleichmäßig die ungeheure Masse des Plateaus.

Die Ostküste Brasiliens sinkt, namentlich um Bahia herum, und daraus, daß der Amazonenstrom weder Schlammbänke ablagert, noch Halbinseln ins Meer vorschiebt, daß die Ufer und Inseln seines Golfs aus horizontalen Gesteinsschichten bestehen, die sich in früheren Zeiten ablagerten, folgert Agassiz, daß das Stromthal 500 Kilometer Land verlor. Denn die felsigen Niederschläge gleichen denen tief im Innern des Landes. Früher ergossen sich der Itapicuru und Parnahyba in den Amazonenstrom, später kam ihnen das vordringende Meer entgegen, in welches sie gegenwärtig münden, wie es in kurzer Zeit auch der Toncantin thun wird, weil die Meeresufer immer tiefer ins Land vorrücken. Am Ufer der Insel Marajo hat sich ein Meeresarm 30 Kilometer weit durch einen Wald gewühlt, bei Bragança wuchs die Bucht von $2^1/_2$ Kilometer auf 7, der Leuchtthurm von Vigia wird bereits vom Meere umspült. Südamerika neigt sich also von Westen nach Osten, und nach Agassiz bildeten die jetzt sinkenden Antillen die Verbindungsglieder zwischen Nord- und

Südamerika, und die Flüsse von Guyana strömten dem Orinoco zu.

Auch in Nordamerika steigen die Ufer Mexico's und Californiens sowie das ganze Land zwischen den Felsengebirgen und Schneegebirgen, und die Ufer von Texas und Tamaulipa wachsen schnell, weil die steten Südwinde große Sandmassen antreiben. Florida wird von unterirdischen Kräften emporgetrieben, so daß immer mehr Korallenbänke aus dem Wasser auftauchen. Während die Küstenstrecken Georgiens und Karolina's sinken (die Delawarebai verliert jährlich 8 Fuß breit Ufer, eine Insel bei Neu-Jersey sank 50 Fuß, Neufundland in 50 Jahren um 2 Fuß), die Inseln sich verkleinern, Küsten bei Neu-York, Cap Cod und Cap Hatteras nach und nach ins Meer gleiten und Inseln ganz verschwinden, heben sich Labrador und Neufundland langsam. Vor Zeiten konnten die Indianer trocknen Fußes zur jetzigen Insel Manhattan gehn, da das Meer sich nur bei großen Stürmen über die Meerenge ergoß, und da das Land an der Delawarebai in je 100 Jahren um 60 Millimeter sinkt, so gehn jährlich 7 Fuß Ufer verloren. Sehr schnell sinkt Grönlands Westseite, an 1000 Kilometer weit stehn Vorland und Wohnungen bereits unter Wasser, die Steinhäuser und Kirchhöfe der alten norwegischen Ansiedler werden vom Meer überfluthet, und nach Wallich erstreckt sich diese Bodensenkung bis in den Süden von Island, wogegen die nördliche Westküste Grönlands und das Grinnelsland steigen, da Hayes alte Meeresufer in einer Höhe von 100 Fuß entdeckte und alle Vorgebirgssteilen bis dort hinauf von Eismassen glatt gerieben sind.

Aehnliche Merkmale von Steigen und Sinken der Küsten erforschte Darwin auf den Inseln der Südsee, die wie Einsiedeleien aussterbender Völker in dem Meere liegen. Darwin studirte das Entstehen der zahlreichen Korallenriffe, welche entweder in einer gewissen Entfernung eine Insel oder Inselgruppe umkreisen, oder sie vielmehr wie ein Gürtel umschlingen, oder als Ringe und verlängerte Halbkreise, sogenannte Mondsicheln, eine Lagune, d. h. ein Becken blaßgrünen Wassers (Atoll) umschließen. Wo die Bauten der Polypen (Madreporen) die Wasseroberfläche noch nicht erreicht haben, da brechen sich die Wogen in Schaumwellen. An andern Stellen dagegen steigen blendendweiß oder zartroth

die Korallenstöcke aus dem Meere hervor, werden wie Druidensteine zu einem Halbkreise von Inselchen mit Kokospalmen und tropischen Gewächsen und dienen dann zu Tausenden als Wohnort für eine kleine Bevölkerung. Wie ein grüner Kranz schweben diese Ringe über dem Meere, dessen Brandung die verborgenen Umrisse anzeigt. Da diese Polypen nur 90—130 Fuß unter der Meeresoberfläche leben können, so sterben sie ab, wenn der Boden sich hebt, worauf dann ihre Kalkbauten verwittern. Sinkt dagegen der Boden, so bauen die Thierchen ihre Kalkwohnungen weiter empor und oft so hoch, daß die Ränder derselben an 1000 Fuß jäh in die Tiefe sinken. Ragen diese Kalkburgen über das Meer empor, oder findet man sie gar auf dem Festlande, so muß der Meeresboden sich gehoben haben. Wenn nun sich ein Korallenring in einer gewissen Entfernung um eine Insel legt und dadurch einen Meereskanal einschließt, so werden die verwitternden Riffwände mit ihren Trümmern denselben mehr oder minder hoch anfüllen. Dann nennt man den ringartigen Wall um das Wasserbecken der Lagune ein Atoll. Durchbricht das Meer diesen Ring der Riffe, so tritt die Lagune mit dem Meere in Verbindung und das Atoll gleicht einem lückenhaften Ringe. Zugleich bezeichnen aber auch die Riffe den Raum, wo eine Insel versank, und wird der Ring vielfach durchbrochen, so bleiben die Reste des Ringes als Inselchen stehn, welche den alten Kreis andeuten. Solche Inselfetzen sind z. B. die Malediven, die wie Malsteine um den Fuß verschwundener Berge stehn. Geht die Zerstörung des Ringes so schnell vor sich, daß die Polypen das Zertrümmerte nicht ersetzen können, so verschwindet das Riff unter das Meer, wie z. B. die große Bank von Chagos südlich von den Malediven, von denen bereits manche bewohnte Insel langsam in die Tiefe glitt.

Während die Sandwichsinseln, sagt Reclus, sich in Folge des Aufsteigens von Westamerika heben, sinken die Gesellschafts-, Gilberts-, Marschallsinseln, die Karolinen u. a., welche in der „Insel-Milchstraße" eine Diagonale von 13,000 Kilometer Länge und 2000 Kilometer Breite bilden. Sie sind die Reste eines alten Festlandes, welches die Urheimat der Menschen soll gewesen sein, und dessen Bevölkerung im Aussterben begriffen ist. Selbst in den letzten drei Jahrhunderten verschwand manche

dieser Inselchen, wie etwa ein Leichenstein auf dem Friedhof niedersinkt.

Der genannte französische Forscher hat dieses Auf- und Abwogen des Meeresbodens genauer studirt und gefunden, daß eine Erhebungswoge der Erdoberfläche das chinesische Meer umkreist. Es sinken nemlich im Winkel Ostasiens die Küsten von Cochinchina und Tonkin langsam unter das Meer, wogegen im Norden die Erhebungsstriche sich über Lieu-Kiu und die japanischen Inseln, Formosa und die Philippinen nach Amerika hinüber fortsetzen. Diese Inseln bezeichnen jene Gebiete, welche auf der Erdspalte stehen, die von Borneo bis Kamtschatka reicht und lange Reihen von Vulkanen trägt. Selbst an den Ufern der Insel Sachalia fanden russische Naturforscher frische Muschellager, welche fern von der Küste über Meerschlamm sichtbar waren, und außerdem bemerkten sie, daß sich alte Baien in Seen und Salzsümpfe umgewandelt hatten. Bei weiteren Untersuchungen zeigte sich, daß auch das Amurthal muß gestiegen sein, da der Fluß sich durch Klippen Bahn zu brechen hat und halbkreisrunde Wasserbecken auf seinem Uferplateau als abgeschnittene Theile von Flußwindungen stehen blieben. Daher wagten sich während des Krimmkrieges englische Kriegsschiffe nicht in die Mündung, weil ihnen ortskundige Lootsen fehlten.

Vom Westen des Sunda-Archipels, namentlich von Sumatra an, dessen Vorgebirge vor Zeiten Inseln waren, geht eine andre Erhebungslinie aus, welche alle Küsten des bengalischen Meerbusens, die Andamanen und Nicobaren umfaßt. Selbst ein Theil Ceilons muß gestiegen sein, weil man auf den Bergen Korallenbänke findet, wogegen das andre Ende dieser Insel langsam sinkt. Jedenfalls war die Klippenreihe der Adamsbrücke, welche Ceilon mit Koromandel verbindet und nach der Sage dem Affen Hanuman als Triumphweg diente, vor Zeiten eine Landenge, und verwandelte sich erst vor 300 Jahren die Halbinsel Rameseram, wohin alljährlich Millionen von Hindu's wallfahrten, in eine Insel, welche den Ruinen eines zusammengestürzten Pfeilers gleicht.

Nördlich davon beginnt die Landerhebung. Nach der Sage befahl vor 2300 Jahren der Meergott Veruna den Wellen, die Tiefebene von Malagala zu verlassen, die sich zwischen Malabar

und dem Kap Komorin ausbreitete, und Wallace hält mit Rücksicht auf die eigenthümliche Thierwelt Ceilon für den Rest des versunkenen Erdtheils Lemuria, den eine schmale Meerenge von Indien trennte, weshalb Ceilon und Indien viele Thiere gemeinsam haben. Auch das untere Gangesthal ist im Steigen begriffen weshalb die Nebenflüsse ihre Einmündungsstellen nach aufwärts verlegten. Nach Ferguson reicht die Erhebungslinie von Neu-Seeland an 13,000 Kilometer weit bis zur Höhe von Dinapore, wo der Gagra in den Ganges einfließt.

Obschon uns Afrika im Ganzen noch wenig bekannt ist, was seinen Aufbau und Höhenverhältnisse anlangt, so beweisen doch die Korallenbänke, welche die Küste von Mozambik, Madagaskar, Reunion und Maurice umgeben, daß sich Ostafrika hebt. Selbst die Südgestade des Rothen Meeres nehmen an dieser aufsteigenden Bewegung Theil. Denn dort findet man trocken gelegte Klippen, Salzufer und Binnensümpfe mit salzigem Wasser, und verwandelte sich der alte Hafen von Dschidda in eine Lache. Dagegen beobachtete man an der Nordküste dieses Meeres, nicht weit von der Landenge von Suez ein langsames Sinken. Eine ähnliche Erscheinung bietet die Westküste Afrika's, denn nach Robert steigen die Ufer Senegambiens, wogegen Madera und Helena sinken und die canarischen Inseln, die Ueberbleibsel des alten Fabellandes Atlantis zu sein scheinen, welches nach und nach ins Meer untertauchte.

Australien endlich liegt in der Zone des allmäligen Einsenkens des Meeresbodens, neben welchem von Sumatra und den Philippinen ein neues Festland emporsteigt. Das alte Festland Australien mit seiner seltsamen Thier- und Pflanzenwelt, die einer alten Schöpfungsperiode angehören, sinkt in das Meeresgrab, namentlich Neu-Caledonien und die Gebilde des Korallenmeeres. In Australien hebt sich nur eine Küstenstrecke bei Melbourne, die jährlich um 10 Centimeter wächst, wogegen die Korallenbänke höher und höher steigen, weil der Meeresboden niedersinkt. Westlich von Australien ist das Meer insellos, und die Koralleninseln, die sich über einen Raum von 6000 Kilometer ausbreiten, wären bereits unsichtbar geworden, wenn die Polypen dieselben nicht fortwährend höher bauten. Unter ihnen befindet sich die doppelte Bergkette der Malediven, deren

unterseeische Gipfel eine Korallenkrone tragen und dieselbe über den Meeresspiegel emporragen lassen.

Man findet also von den Westküsten Amerika's bis zu den Westgestaden des indischen Meeres zwei Streifen von Hebungen und ebenso viel von Senkungen, die auf einander von Osten nach Westen folgen. Auf das langsam steigende Westamerika folgt das Sinken der niedrigen Inseln Oceaniens, welche sich nur mit Hilfe der Korallenbauten über Wasser halten. Hierauf folgt ein großer Halbkreis vulkanischer Inseln mit aufsteigenden Küsten, und dann breitet sich das weite Gebiet des sinkenden Bodens des inneren stillen Meeres aus. Der Mittelpunkt einer jeden Zone des Steigens und Sinkens fällt mitten in einen Ocean. Die drei sich hebenden Strecken sind Amerika, Afrika und die Sundainseln, aus denen sich dereinst ein neuer Erdtheil bilden wird.

Solche Beobachtungen, welche allerdings noch vereinzelt angestellt sind und vielleicht Anfechtungen erfahren werden, wie die früheren Tiefenmessungen des Meeres mittels der gewöhnlichen Lothleine, eröffnen Fernsichten in die Vergangenheit und Zukunft unsres Erdkörpers und helfen uns manches Räthsel aus der Geschichte der Menschheit lösen. Die menschlichen Kulturfortschritte sind jedenfalls nicht bedingt von der Schädelbildung, sondern von geographischen Verhältnissen.

Ursachen der Hebungen und Senkungen des Erdbodens.

Nachdem die oben angeführten Thatsachen als unbezweifelbar nachgewiesen waren, drängte sich die Frage auf, was wohl die Veranlassung derselben sein möge. Erdbeben können nicht die Ursache sein, weil jene Erscheinungen langsam und regelmäßig vor sich gehn. „Vielleicht“, sagt Reclus, „ordnet sich der Erdkörper eben so rhythmisch, wie jeder lebendige Körper, um harmonische Formen zu bilden. Vielleicht wird man einst erfahren, daß sich im Schooße der Erde ein Wechsel der festen Molecülen vollzieht gleich der Circulation der flüssigen Molecülen des Luft- und Wassermeeres. Der Erdball, eine Anhäufung von Gasen, ist im Weltraume nicht eine geronnene Masse geworden, sondern

hat, wie alle Körper, einen Theil seiner Flüssigkeit behalten, so daß die Theilchen, aus denen er besteht, sich fortwährend langsam um einander drehen, wie in einem Metallklumpen, der aus dem Schmelzofen kommt. Die Erdtheile steigen auf und nieder wie die Brust eines langsam Athmenden und bewegen sich in langen Wellenbewegungen wie steigende und sinkende Meereswogen. Man muß die Ruhe der Erdrinde während einer langen Periode ihrer Geschichte für ebenso unwahrscheinlich halten, wie die absolute Stille der Atmosphäre während einer ganzen Jahreszeit. Skandinavien, welches jetzt steigt, sank während der Eiszeit und die Bewohner mußten die Thäler verlassen, die sich in Fjords verwandelten. Die Anden senkten sich früher um 7500 F., die Gebirge von Neu-Seeland um 4500 F., worauf sie in der letzten Periode wieder steigen.

„Alles wechselt, Alles ist beweglich im Weltall, denn Bewegung ist die Bedingung des Lebens selbst. Vor Zeiten hielten die Menschen das Unbewegliche für das Ewige, betrachteten den Himmel als festes Gewölbe, die Erde für den unerschütterlichen Grund des Himmels. Seit Astronomie und Geologie den Blick Millionen von Jahren in die Vergangenheit vordringen ließen, hat der Mensch aufgehört, ein vereinzeltes, so zu sagen, sterbliches Wesen zu sein, er ist vielmehr das Bewußtsein des unvergänglichen Weltalls geworden. Er vergleicht das flüchtig dahin schwindende eigne Leben mit dem der ganzen Menschheit und aller Wesen und überzeugt sich, daß nicht nur Luft und Meer um unsern Planeten kreisen, sondern auch ganze Gebirge und Kontinente die Reise um die Erde machen, indem sie auftauchen, zerbröckelt, dann fortgeschwemmt werden, sich irgendwo ansammeln und als neues Land triefend aus dem Wasser emporsteigen.“ (Reclus.)

Was nun die Ursachen der Hebungen und Senkungen anlangt, so mögen sie in manchen Gegenden von vulkanischen Kräften herrühren. Denn in Betreff der Koralleninseln, sagt der Amerikaner Dana: „Jedes Atoll ist im eigentlichen Sinne des Wortes als eine Korallenurne zu betrachten, welche auf einer versunkenen Insel steht; es ist ein Register, welches die stattgefundene Größe der Senkung an sich selbst aufzeichnet. Eine von den Pitcaire-Inseln nach den Pelew-Inseln gezogene Linie

bildet die ohngefähre Grenze zwischen den niedrigen und den hohen Inseln der Südsee. Nördlich von dieser Linie bis zu den Sandwichsinseln, also innerhalb eines Raumes von 1200 Meilen Länge und 500 Meilen Breite, giebt es 204 Inseln, unter denen sich mit Ausnahme der Marquesas nur noch drei hohe Inseln befinden, während alle andern nur flache Atolls sind. Da nun jedes Atoll eine versunkene Insel anzeigt, so muß diese ganze Region des Meeresgrundes eine Senkung erfahren haben.“ Chambers berechnete die Wirkung der langsam andauernden Senkung der Atollregion im Stillen Meere und fand, daß in Folge davon der Meeresspiegel um 130 Fuß sinken müßte, wenn nicht Gegenbewegungen das Gleichgewicht herstellten.

Daraus folgert Naumann: „Eine vollkommene Beständigkeit des allgemeinen Niveaus des Meeresspiegels kann nur zeitweilig und annäherungsweise festgesetzt werden, während im Laufe größerer Perioden gewisse Schwankungen im Stande des Meeresspiegels müssen vorgekommen sein. Die Einsenkung eines so großen Gebietes des Meeresgrundes im Stillen Ocean würde nothwendig ein allgemeines und gleichmäßiges Sinken, und die Emportreibung eines andern Gebietes ein allgemeines Steigen des Meeresspiegels rund um die Erde zur Folge haben. Auch ist es wohl möglich, daß viele an den Meeresküsten zu beobachtende Erscheinungen in diesen lange anhaltenden Schwankungen des Meeresspiegels ihre Erklärung finden können, weil doch kaum möchte anzunehmen sein, daß die beiderlei Bewegungen des Meeresgrundes innerhalb verschiedener Gebiete immer gleichmäßig und gleichzeitig stattgefunden und sich in ihren Wirkungen vollständig ausgeglichen haben. Es trat gewiß oft eine theilweise Ausgleichung der beiden entgegengesetzten Bewegungen ein, und diesem Umstande, sowie dem anhaltenden Charakter derselben, kraft dessen sie sich nur äußerst langsam im Verlaufe von Jahrtausenden vollenden, dürfte es zuzuschreiben sein, daß innerhalb jeder kleinen Periode der Meeresspiegel ein fast beständiges, absolutes Niveau behauptete, und nur hier und da, theils durch einmalige (instantane), theils durch langsame und anhaltende (säculare) Hebungen oder Senkungen der Küsten und Inseln, eine merkliche relative Aenderung seiner Lage erleidet.“

Physiker nehmen, wie bereits gezeigt wurde, als Erklärungs-

mittel der Hebungen Wasserdampf zu Hilfe; Bischof verwirft aber diese Erklärungsversuche der Vulkanisten als unwahrscheinlich und hält das Steigen der Gebirge für Anschwellungen der Gesteine in Folge der zersetzenden Kohlensäure, das Sinken für Folge der Auswaschung von Thonlagern. Kohlensäure ist thatsächlich im Erdinnern in Menge vorhanden, und namentlich schwellen die Silicate (kieselerdehaltige Gesteine) bei der Zersetzung an, am meisten aber das Natron.

„Ausströmungen von Kohlensäure sind allgemein verbreitete, großartige Erscheinungen. Sie kommen aus großen Tiefen und nehmen zu, je tiefer man bohrt. Auch finden sie sich an Stellen, wo man an der Oberfläche keine Spur von ihnen entdeckt. Dringen sie beim Aufsteigen in Silicatgesteine (krystallinische oder Urgesteine), so zersetzen sie dieselben unter Beihilfe der Temperaturzunahme im Erdinnern, dehnen sich dabei aus und heben damit natürlich die aufliegenden Gesteine. Eine Basaltmasse von einer Meile Mächtigkeit schwillt dann um eine Meile an und hebt die auflagernden Massen ebenso hoch, wie es die höchsten Berge der Erde sind. Die Laven beweisen, daß sich in den Tiefen der Erde Silicatgesteine befinden, die an manchen Stellen bis zum Heerd der Vulkane reichen, und die ältesten Urgesteine (Urthonschiefer, Gneis u. s. w.) sind gleichfalls Silicatgesteine. Auf ihnen lagern Thonschiefergebirge als erstes abgelagertes und geschichtetes Gestein, welches seinen Hauptstoff den Silicaten entnahm.

„Die chemische Verwandtschaft ist zu vergleichen mit der Ausdehnung der Körper durch Hitze. Den Wirkungen beider Kräfte kann keine andre Kraft widerstehen. Beide Kräfte kommen aber häufig mit einander in Widerstreit und leisten sich gegenseitig Widerstand. Am Häufigsten jedoch werden die Wirkungen der Wärme durch die chemische Verwandtschaft überwunden. Die große Verwandtschaft der unedlen Metalle zum Sauerstoff verhindert, daß dieser absolut flüchtige Stoff nicht aus seinen Verbindungen mit diesen Metallen geschieden werden kann. Nur in seltenen Fällen vermag die Hitze die chemische Verwandtschaft zu überwinden. Die Kraft der Wärme, die Körper auszudehnen, zu verflüchtigen oder aus feuerbeständigen Verbindungen auszutreiben, und die chemische Verwandtschaft gehören demnach zu den größten Kräften, die wir kennen.

„Unmöglich kann gedacht werden, daß durch einen noch so großen Druck, welchen das Gewicht einer meilengroßen Gebirgsmasse ausübt, die Wirkung der chemischen Verwandtschaft könne aufgehoben werden. Kommt Kohlensäure und Wasser in Berührung mit Gesteinen, so muß die Zersetzung beginnen, und, wenn auch noch so langsam, so lange fortschreiten, als noch etwas zu zersetzen ist. Findet aber Zersetzung statt, so ist Volumenzunahme, mithin Hebung eine nothwendige Folge davon. Die dadurch hervorgerufene Kraft kann natürlich nur nach oben, mithin nur hebend wirken. Sind diese Gesteine seitwärts begrenzt von andern, der Zersetzung wenig unterworfenen, welche plastisch sind wie Thon: so kann diese Kraft auch seitwärts wirken, aber selbstredend nur in sehr beschränktem Grade. Vielleicht daß die Faltungen und Stauchungen mächtiger Schichtensysteme die Wirkungen dieser Kraft sind. Mit der Zersetzung eines Gesteins ist der Verlust des Zusammenhanges verknüpft, und es entsteht ein mehr oder weniger plastischer Thon. Wenn ein solches Gestein in ein andres übergeht, welches noch in der Zersetzung begriffen ist, so ist die dadurch hervorgerufene Kraft als Ursache einer Faltung des ersteren zu denken.

„Wo keine Ausströmungen von Kohlensäure und keine durch sie zersetzbaren Gesteine vorhanden sind, da können keine Hebungen durch chemische Thätigkeit statt finden. Kalksteine, Dolomite, Sandsteine, Kieselschiefer, Thonlager u. s. w. gehören zu diesen Gesteinen. Wo solche Gebirgssysteme neben andren durch Kohlensäure zersetzbaren sich befinden, da werden die auf dieser gelagerten Formationen gehoben, nicht aber diejenigen, welche auf jenen Gebirgssteinen liegen. Solche Verhältnisse, daß ein gewisser Landstrich in fortdauernd langsamer Hebung begriffen ist, während angrenzende Landstriche ihre ursprüngliche Lage nicht verändern, finden auch dann statt, wenn durch Kohlensäure zersetzbare Gesteine den Ausströmungen derselben an gewissen Stellen ausgesetzt sind, an andren nicht. Das rheinische Schiefergebirge hat 1 Meile Mächtigkeit und ist in der Zersetzung begriffen, daher die vielen Säuerlinge und Hebung des Gebirges. Schreitet die Zersetzung aus irgend welchem Grunde ungleich vor, so wird die Hebung auch eine ungleiche, und es erklärt sich die Aufrichtung der Schichten bei Hebung des Landes.“

Nach Eichwald hebt sich Skandinavien bis zur russischen Ostseeküste fortwährend, wenn auch ungleich, obschon sich nirgends Kohlensäure zeigt, die jedenfalls am Boden der Ostsee niedergehalten wird. Da die Ostsee an den tiefsten Stellen 480 F., im Durchschnitt 300 F. mißt, so muß sie bei fortschreitender Hebung in 7500 Jahren trocken gelegt sein. Da aber viele Flüsse in dieses Seebecken von 7000 □Meilen münden und ihren Schlamm in dasselbe führen, so beschleunigt dies die Ausfüllung desselben, so daß es bereits in 3—4000 Jahren in Festland kann verwandelt sein, in welchem dann aus den verschiedenartigen Ablagerungen die Inseln und Klippen des Urgesteins als Kuppen hervorragen aus fremdartiger Hülle der sedimentären Gesteine. Durch dieses neue Land wird sich dann die Newa einen Weg nach dem Kattegat oder Sund bahnen, der Torneafluß durch den bothnischen Meerbusen ihr zueilen, ebenso Weichsel und Oder, wenn sie nicht etwa der Elbe zugelenkt werden, wohin alte Flußbetten weisen. Dann liegt die neue Ebene eingeschlossen zwischen den krystallinischen Gebirgen Skandinaviens und Finnlands, den silurischen Schichten Esthlands, den devonischen Liev- und Kurlands, wogegen Südschweden, Dänemark und Rügen auf Kreide stehen, daher keine Hebung zeigen. Spalten entstehen dann, wenn das Nebengestein eines sich zersetzenden Gebirges gehoben wird auf der einen Seite, auf der anderen aber nicht, weil zersetzbare Gesteine fehlen. Skandinavien hebt sich auf der Ostseite jährlich um ½ Zoll, mithin müssen in 25000 Jahren die gehobenen Schichten 1000 Fuß höher stehen als die unveränderten, müssen jene sich endlich begletschern und in ein Grönland umwandeln, wie sie es vor langen Zeiträumen waren, als der Obibusen bis über Petersburg reichte, ganz Norddeutschland bedeckte und seine Eisberge bis nach Schlesien und Sachsen ihre Steinlast trugen, wo man sie als Geröll und Findlinge gegenwärtig auffindet. Dagegen sinkt Grönland nach Pingels Messungen im Westen, versendet weniger Eisberge, deren geringerer Menge wir vielleicht unsre milden Winter verdanken.

„Der Uebergang sedimentärer Silicatgesteine in krystallinische ist eine Thatsache. Die amorphen wasserhaltigen Silicate wandeln sich in krystallinische, wasserfreie (Feldspath, Glimmer u. s. w.) um. Denken wir uns diese Umwandlung in Tiefen, in welche

durch Gewässer keine aufgelösten Substanzen, die an der Umwandelung Theil nehmen könnten, geführt werden, so findet eine Abnahme des Volumens, also eine Senkung, statt, die sehr langsam vor sich gehen und Verwerfung der Schichten veranlassen kann. Die Basalte und Laven zeigen sehr bedeutende Volumenzunahmen. Reichen sie bis zu großen Tiefen, und sind ihre tiefsten Stellen den Ausströmungen der Kohlensäure in dem Wasserzufluß ausgesetzt, so sind sie einer anhaltend langsamen Hebung unterworfen. Erfolgt sie langsam, so erleiden die einschließenden sedimentären Schichten nur kaum merkbare Störungen, wie das rheinische Schiefergebirge und Skandinavien zeigen. In Tiefen, aus denen die Laven aufsteigen, sind feuerflüssige Massen vorhanden. Dort herrschen Temperaturen, in denen die Producte der Zersetzung der Silicatgesteine durch Kohlensäure und Wasser wieder das werden, was sie waren. Das Volumen nimmt in demselben Verhältnisse ab, in welchem es durch die Zersetzung zugenommen hatte. Der Kreislauf ist vollendet." (Bischof.)

Man kann also demnach schnelle, ruckweise Hebungen und unmerklich langsame, stetige unterscheiden. Sartorius nennt jene die instantanen Dislocationen, diese die säcularen. Jedes Erdbeben, jeder vulkanische Ausbruch veranlaßt kleinere Veränderungen der Umgegend oder wenigstens des Kraters. Permanente Hebungen beobachtet man an Meeresküsten, da das Meeresniveau als bequemer Maßstab dient. Im Binnenland erkennt man die Hebungen und Senkungen am schnelleren oder langsameren Lauf der Flüsse oder am Steigen und Fallen der Schneegrenze und der Vegetation, da jede Pflanzenart eine bestimmte Temperatur zum Gedeihen verlangt.

Die Entstehung der vulkanischen Gesteinsarten.

Der Streit über die Ursache der Hebungen und Senkungen der Erdrinde ergiebt sich als Folge der Streitfrage, ob sich die Krystalle nur im Feuer bilden, wie die Vulkanisten behaupten, oder auch auf nassem Wege, wie es die Chemiker zu thun vermögen. Alle Stoffe sind in fortwährender Umwandelung begriffen, in der sie gewisse Bestandtheile ausscheiden, was wir das Verwittern nennen, oder neue Verbindungen eingehn, wodurch sich

neue Stoffe bilden und andre Formen sich entwickeln. Dabei gehen Gase und andre anorganische Stoffe in organische über oder lösen sich organische Wesen in anorganische Stoffe auf, so daß der Unterschied zwischen beiden nur in der Erscheinungsform besteht. Bei diesem steten Wechseln und Umwandeln geht kein Atom im Weltall verloren. Auch unsere Philosophen zersetzen die Gedankenkrystalle der uralten Denker, machen sie flüssig, Bücher und Zeitungen führen sie in die Fluthbewegung des Kulturlebens, um sie zu verjüngen durch neue Formen und neue Niederschläge von Systemen mit ihren Höhen und Tiefen zu erzeugen. Klopstock entnahm die Krystallform des Hexameters dem Homer und setzte die Götterwelt der Griechen in die des christlichen Himmels und der Hölle um. Mit der Zunahme der Erkenntniß wechseln unsere Urtheile, wie Baer darauf aufmerksam macht, daß ein Mensch, der die Erde nur an einem Winter-, Frühlings-, Sommer- oder Herbsttag sah, oder der nur einen Mondwechsel erlebte, anders urtheilt als einer, der 80000 Jahre lang die Erscheinungen und Wechsel auf der Erde und am Himmel beobachten konnte. Jeder dieser Beurtheiler wird sich auf seine Erfahrung berufen, Jeder hat also in seiner Weise Recht, und doch urtheilt er einseitig.

Dieselbe Erfahrung machen wir bei den Fortschritten der Naturforschung, denn wir dürfen eine Menge neuer Stoffe nur für die Erzeugnisse von Umwandelungsprozessen alter Urstoffe halten. Die Laven belehren uns, daß im Innern der Erde feurigflüssige Mineralien krystallinischer Form vorhanden sind, welche sich je nach ihren besonderen Bestandtheilen nach Art Form und Farbe unterscheiden. Man nennt sie Trachyt, Basalt, Tuff, Bimsstein u. s. w. Andre krystallinische Massen, z. B. Granite, Porphyre u. s. w., sind in mehr oder minder flüssiger Form von unten aufgestiegen, haben als Gänge die Risse und Spalten der aufliegenden Gesteine durchbrochen und dieselben kraft der Hitze oder heißen Dämpfe oder Gase mehr oder minder umgestaltet, verschoben, aufgerichtet oder an den Durchbruchsstellen zertrümmert, wobei nicht selten die abgerissenen Trümmer der durchbrochenen Gesteine in die aufsteigende weiche Masse fielen und Conglomerate bildeten.

Die ältesten ausgeworfenen Laven nennt man Trachyt, welche

die Unterlage der alten und neuen Vulkane bilden und deren unregelmäßige Massen Hügel schufen, um welche herum Auswürflinge und Bimssteine zerstreut liegen. Stiegen sie in breiartigem Zustande auf, um sich dann auszubreiten, so entstanden Hügel von schwammartiger Form (Drachenfels, Wolkenburg mit schönen prismatischen Säulen). Der Boden von Neapel bis Gaeta ruht auf rothgelben, trachytartigen Bimssteintuffen mit senkrechten Schloten und Kaminen, Conglomeraten und Seemuscheln. Dieser Bimsstein muß sich also, da heute noch dieselben Muschelarten im Meere leben, im Meere gebildet haben. Auf dieser Grundlage erhebt sich der isolirte Kegel des Vesuv, den der halbkreisförmige Gipfel der Somma umgiebt als ein Lavawall, welcher steil nach dem Kegel abfällt und nach dem Meere zu eine breite Lücke hat, dabei einen scharfen Kamm bildet, weil er seinen Tuffüberzug verlor. Der ovale Krater mißt 2250 Fuß im Durchmesser, trägt auf dem horizontalen Boden viel Schlackenblöcke und Asche, hat viel dampfende Spalten und in der Mitte den veränderlichen Schlund. Die Fläche der Campagna vor Neapel besteht aus Bimssteintuff, welcher Pompeji und Herculanum 20—112 F. hoch bedeckte.

Auch die phlegräischen Felder, die Inseln Procida und Ischia, der Monte Nuovo bestehen aus Bimssteintuff mit Seemuscheln, die liparischen Inseln aber aus Trachyt. Der Aetna steht auf einer Grundfläche von 5 □Meilen und steigt von ihr aus so unmerklich an, daß der gewaltige Kegel wie der Buckel eines gewölbten Schildes aussieht. Der Kegel ist auf der einen Seite zusammengestürzt und bildet ein Amphitheater mit senkrechten Wänden (Ochsenthal, val de bove). Der mittlere Buckel erhebt sich auf dem ringförmigen ebenen Absatz des Piano del Lago, wo die Hütte Casa Inglese steht, die man früher den Philosophenthurm nannte, über welchem dann der veränderliche Aschenkegel aufsteigt. Spalten durchziehen den Berg und sind mit Lava gefüllt, die wie ein Adernetz von Gängen und Rissen dieselben durchzieht, wogegen 700 Eruptionskegel auf alten und neuen Eruptionsspalten stehen. Der Aetna bildete sich gleichfalls aus Lavaströmen, die über einander hinflossen, und hat deshalb ein bräunliches oder graues Ansehen. Jedenfalls gab es vor Zeiten hier eine Reihe von Spaltenvulkanen, aus denen sich in

neuerer Zeit der jetzige Kegel hob und die Schichten aufrichtete. Auch die isländischen Vulkane stehen auf einer Spalte, welche die ganze Insel durchschneidet. Neben ihnen findet man viele Schlammvulkane aus Tuff, namentlich in einer pflanzenlosen, aschgrauen Ebene zwischen starren Lavaströmen und dampfenden Solfataren liegen vier solcher Kessel unter wankender Erde, welche blauschwarzen, widrigen Schlamm auswerfen unter dem Brodeln platzender Dampfblasen.

Die Riesenvulkane der Anden bilden in Reihen gestellte glockenförmige Gipfel, die auf einer langen Spalte stehen, als deren Ränder man die emporgehobenen Schichten betrachten muß. Der Cotopaxi ist ein schlanker Kegel, der Pichincha eine langgestreckte, zerrissene Kette mit zackigen Spitzen, und sein Krater besteht aus zwei durch Querwände verbundene Becken mit zahlreichen Spalten, Auswurfskegeln und 4500 F. hohen senkrechten Wänden. Das Thal von Quito liegt als Mulde zwischen zwei Vulkanketten, von denen aus tiefe Spalten das Land durchziehen, deren etliche man in der Stadt Quito überbrückte. Alle Andenvulkane bestehen aus auf einander gehäuften Trachytblöcken mit Hohlräumen dazwischen, aus denen Dämpfe hervorquellen. Daher brechen die Gipfel leicht zusammen. Es fehlen aber Aschenkegel und Lava, und die Trachyte scheinen durch die Schichten des Gebirges durchgebrochen zu sein und sich über den Spalten aufgethürmt zu haben. Ihr Stiel steckt im Gebirge und der zu Tage tretende Trachyt breitet sich wie ein Schirm aus.

Aeltere trachytische Gebilde findet man noch in Ungarn als lavalose Dome, in denen man Mühlsteine bricht, und als kleine mit Conglomeraten bedeckte Hügel, namentlich bei Kremnitz und Schemnitz, deren Erzgänge aus der mittleren tertiären Zeit stammen. An ähnlichen vulkanischen Trachytgruppen ist Italien reich. In der Poebene erhebt sich die Trachytkette der Euganeen mit ihren grauen und gelblichen Gesteinen; dasselbe Gestein findet sich in den toskanischen Maremmen bei Volterra, wo man den heißen Quellen durch Verdampfen den Borax abgewinnt, ferner in den maarartigen Seen bei Rom, die in einem wallartigen Rundgebirge bei Bolsena und südlich von Rom in den Ringgebirgen von Albano liegen. Von diesen waren die zu Bolsena jedenfalls unterseeische Vulkane, wogegen die bei Albano im Freien ent-

standen. Für den ältesten Kegelberg hält man übrigens den lavalosen Vultur bei Neapel, der aus Tuff besteht und auf halbem Lehmboden reiche Bewaldung trägt.

Zu den Trachytgebilden gehören ferner die griechischen Vulkane, ebenso die Gruppen bei Clermont, Mont d'Or u. s. w. in Südfrankreich. Die Puys von Clermont stehen in acht Stunden langer Linie auf einem granitnen Plateau, und warfen früher Lava und Asche aus, wogegen der Mont d'Or eine Reihe zerrissener Gipfel bildet, wo die Trachyte von basaltischen Säulen und Gängen durchbrochen werden, da der Cantal sich als vollkommener Erhebungskegel darstellt.

Zuweilen wird der Trachyt zu Phonolith, welcher Gänge oder oft auch isolirte Felsmassen mit nackten schroffen Wänden bildet und pyramidal über seine Umgebung sich erhebt. Dabei nahm er gern prismatische Form an, als er in breiartigem Zustande aufstieg, wie man es in Mittelfrankreich, im böhmischen Mittelgebirge, im hohen Rhön u. s. w. sehen kann. Im Rhön brechen Basalte und Trappgesteine durch die aufgerichteten Schichten von Muschelkalk und Sandsteine, es bestehen aber auch mehrere Kuppen und Durchbrüche aus emporgestiegenen Phonolith, welcher dann isolirte Höhen bildet, die auf einer Spalte stehen. Die Milseburg z. B. ist eine solche 1182 F. hohe Steinwand von senkrecht stehenden Pfeilern, ebenso der Pferdekopf und Teufelsstein. Der Rocca Monfina ist ein trachytischer Kegelberg von 50 Meilen Basis; sein Krater hat $7\frac{1}{2}$ Meilen Umfang, in welchem ein domförmiger Hügel von 1000 F. steht und das Dorf Rocca Monfina liegt, wogegen man in der Umgegend wenig Schlackenkegel und nur einen kleinen Lavastrom bemerkt.

Die amphitheatralisch aufgerichteten Trachyte des Pic von Teyde auf Teneriffa verwandelten sich in basaltische Schichten mit einer Decke von Tuffschichten und bilden eine halbkreisförmige Mauer um den Kegel, wogegen die andre Mantelseite zerstört ist. Der innere lavaarme Kegel besteht aus festem Trachyt, und die ganze Insel erhielt ihre Gestalt durch die Aufrichtung der Basalt- und Conglomeratschichten um den Kegel herum. Auf gleiche Weise hat sich auch die Insel Palma entwickelt, indem sich die Basalte und Tuffe um das 2 □Meilen große Kesselthal Caldera aufrichteten. Dieser Krater Caldera ist

2257 F. hoch, von 4000 F. hohen senkrechten Wänden umgeben, und von dem Kratermantel aus streichen 400—500 F. tiefe Risse strahlenförmig in Menge nach dem Meere. Sie heißen Barrancos und einer von ihnen spaltet den Bergkegel bis auf den Kraterboden und dient als bequemer Eingang zu demselben. Die ganze Insel ist daher nur der basaltische Kratermantel des alten Vulkanes. Endlich ist auch die Insel Barren im Golf von Bengalen ein solches kreisförmiges Gebilde mit einer inneren Lagune und einem Centralkrater.

Ein zweites vulkanisches Erzeugniß sind die Basalt- und Trappgebilde, erstarrte Lavamassen, welche kegelförmige Kuppen oder weite Felder und unterbrochene Plateaus bilden, mit Trümmern der durchbrochenen Decke besäet sind und selten Blasenräume und faseriges Ansehen wie die Trachyte haben, vielmehr als feste, starke Schlacken erscheinen. Oft drangen die Basalte aus engen Spalten und erstarrten zu mauerartigen Gebilden mit Pechstein im Innern, wogegen sich in den Trachyten Obsidian befindet. Basalte und Trapps nehmen beim Erkalten prismatische Gestalt an und ändern dieselbe je nach der Gleichartigkeit ihrer Masse oder der Art der Abkühlung, lagern daher, je nach der abkühlenden Unterlage, entweder wagerecht oder senkrecht oder fächerartig und bilden Riesendämme oder Säulenmassen in Irland, Ungarn, Mittelfrankreich u. s. w. Diese Säulen stehen dann dicht gedrängt neben einander oder liegen wie Klafterholz über einander geschichtet.

In der Auvergne, sagt Vogt, giebt es Basaltlavaströme, die sich von einem Schlackenkrater aus weithin in die Thäler ergossen und mit Schlacken bedeckt sind. Dabei wirkten Wasserdämpfe mit und trieben die Ströme bis 400 F. hoch empor. Die Basalte brachen durch die Trachyte und Süßwasserkalk, weshalb man in den Schlackenlagern Knochen von Hyänen, Nashörnern, Hirschen u. s. w. findet. Da sich nun viel Basaltschichten über einander finden, so muß die Basaltperiode lange gedauert haben. Dabei verwittern Basalte schwer, weshalb alte Römerstraßen, die an 2000 Jahre alt sind, kaum die geringste Veränderung zeigen. Manche Basaltströme gruben sich ein Bett, und neue Ströme mußten sich dann wohl ein andres Bett auswühlen, so daß man ältere und neuere Basalte unterscheiden kann. Auch in der

Nähe erloschener Vulkane Deutschlands, in der Eifel, am Siebengebirge, Westerwald, Vogelsberg, hohen Rhön, Erzgebirge und böhmischen Mittelgebirge findet man basaltische Gebilde, die sich horizontal ablagern auf Schichten von Wacken, Sand- und Bimsstein, Thon und Braunkohlen und endlich platte Gipfel bilden. Dagegen brachen die Basalte in Süddeutschland mauerartig durch neuere jurassische Gebilde, namentlich durch Mergel, welcher sehr reich ist an versteinerten Fischen. Am Meißner ruhen über dem Muschelkalk und Sandstein thoniger Mergel, aus welchem man die hessischen Tiegel brennt, Braunkohlen und dann horizontale Basaltschichten, welche an den Berührungsstellen des gangartigen Durchbruchs die Braunkohlen in Graphit und Anthrazit umwandelten, wie es am nahen Ziegenkopf des Habichtswaldes auch geschah. Die Wacken endlich sind Ablagerungen basaltischer Trümmermassen, die sich unter Wasser neu schichteten, Abdrücke von Blättern, Früchten u. s. w. enthalten und oft mit basaltischen Schichten wechseln.

Die alten Vulkane der Eifel vertheilen sich über einen Raum von 60 □Meilen und erzeugten in der hohen Eifel mit ihren Basalten feste Kuppen, dagegen nur wenig Lavaströme, in der niederen Eifel aber Bimssteime, Rapilli, Sand und kreisrunde Kraterteiche (Maare), von denen der Laacher See der größte ist. Er liegt bei Neuwied, hat elliptische Form, große Tiefe und einen Ring von Schlacken- und Rapillihügeln sowie nach allen Richtungen ausstrahlende Spalten, die noch jetzt kohlensaures Gas aushauchen. Daneben bilden trachytische Durchbrüche kegelförmige Berge, Basalte dagegen kegelförmige Krater aus Blöcken, Rapilli und Sand, und die Lavaströme desselben liefern treffliche Mühlsteine, die in Säulen von 20—30 F. Mächtigkeit in den Steinbrüchen anstehen. Außerdem findet man vulkanische Durchbrüche und Lavaspuren hier und da in Süddeutschland, namentlich in der schwäbischen Alp, anderwärts prachtvolle Säulen, ausgedehnte Felder und Hochplateaus mit tief eingeschnittenen Thälern oder breite kuppenförmige Höhen, so daß Deutschland in der jüngeren Zeit quer durch von Vulkanen besetzt war.

Die Trapps vermag nur der Fachmann von Basalten zu unterscheiden, da sie als leichtflüssige Lava langsam zu prisma-

tischen Säulen erkalteten. Sie müssen aber, da sie sich in großer Menge vorfinden, aus ungeheuren Spalten hervorgequollen sein und sich zu horizontalen Flächen ausgebreitet haben. Besonders reich an Trappbildungen ist das nordöstliche Irland, wo sie sich flach über weiße Kreide ausbreiteten. Am Meeresufer wurden die prismatischen Säulen unterwaschen, öfter noch das losere Nebengestein weggespült, so daß die sechseckigen, gleich hohen Trappsäulen stehen blieben, z. B. der Riesendamm bei Antrim mit Säulen von 2—3 F. Durchmesser und 5—8 Seiten. Da die Trapps beim Durchbruch heißflüssig waren, so veränderten sie die Sand-, Kohlen- und Kreidegebilde, schufen die Kreide in feinen Marmor um, wie es ja auch in Fabriken geschieht, bei einem gewissen Drucke. Die Insel Staffa mit der Fingalshöhle bildet einen Hügel mit einer Oberfläche von zertrümmerten Trapps, welche aber auf einer Menge hoher, regelmäßig erkalteter Trappsäulen ruht wie auf riesigen Pfeilern. Da die Säulen regelmäßige Querabsonderungen haben, so hat das Meer sie theilweise unterwaschen und umgestürzt, so daß nun Buchten und Höhlen entstanden.

Auch Schottlands Ostküste zeigt Trappgebilde, noch mehr die Faröer, die aus gewaltigen Trappablagerungen bestehen, deren säulenartig abgesonderte Massen, vom Meere unterwühlt, ungeheure, senkrecht abstürzende Klippen von 3—4000 F. Höhe bilden. Zahlreiche senkrechte Gänge durchsetzen diese ungeheuren Massen, welche treppenartig über einander gelagert sind und große Verwerfungen zeigen. Zwischen den 100—300 F. hohen Säulen findet man Tuffschichten mit Meermuscheln und gar Braunkohlen.

Auch in Island bilden die ungeheuren Trappmassen senkrechte Klippen von einigen tausend Fuß Höhe, tief eingeschnittene Fjords, Tuffschichten mit Meermuscheln, so daß der Trapp früher auf Meeresboden muß geflossen sein und Island wie die Hebriden und schottischen Inseln auf Trappboden ruhen. Mitten durch Island brechen dann Trachyte mit einer Vulkanreihe. Neu-Schottlands Ostküste besteht aus einer senkrechten Trappmauer von 225 F. Höhe und 15,000 F. Breite, so daß diese ganze Spalte 234 Billionen Kubikfuß Trapp enthält, wogegen der Aetna im Jahre 1669 nur 1800 Millionen Kubikfuß Lava

ergoß und nach Cordier nie ein neuer Vulkan 3000 Millionen Kubikfuß Lava ergoß.

Bei den besprochenen Gesteinsarten ist es unbestreitbar, daß sie mit vulkanischen Vorgängen im Zusammenhange stehen, weshalb man sie auch eruptive Gesteine nennt. Andere dagegen, die krystallinischen und umgewandelten, müssen als heißflüssige Masse aus dem Erdinnern emporgestiegen sein, weil sie entweder als Gänge die wagerecht geschichteten Schichten der sedimentären (abgelagerten) Gesteine durchbrachen und zum Theil aufrichteten, oder Hohlräume ausfüllten oder die aufgelagerten Gebirgsmassen wie ein Adernetz durchzogen. Auf gleiche Weise müssen die erzhaltigen Gase aufgestiegen sein, bis sie sich in leeren Gängen zu Krystallform verdichteten und ansetzten als Blättchen oder Stäbchen. Endlich wurden aufgeschichtete Gesteinmassen von der durchbrechenden heißen Masse der krystallinischen Gesteine (Porphyr, Melaphyr, Granit u. s. w.) so gewaltig erhitzt, daß sie gleichfalls Krystallform annahmen und umgewandelte (metamorphische) Gesteine heißen. Die Unterscheidung der einzelnen Arten macht selbst dem Fachgelehrten Schwierigkeit. Quarzführende Porphyre verglasen bei großer Hitze zu Pechkohle und führen oft eine ungeheure Menge von Conglomeraten mit sich, gehen oft unmerklich in Sandstein über und füllen Gänge, Risse und Spalten. Selten haben sie Kuppelform oder sind schwamm- und hügelartig aufgebaut. Die dunkeln Melaphyre scheinen oft in zusammenhängender Masse aus dem Erdinnern hervorgebrochen zu sein, namentlich im Fassathal Südtirols, und mitunter durchdringt rother Phorphyr als Gang den schwarzen Melaphyr. Reich an Porphyr sind die Küsten und Inseln Schottlands, die Vogesen, der Schwarzwald, Frankreichs Südostküste u. s. w. Dagegen findet man in den Gruben von Cornwallis gelblichen oder bläulichen Porphyr, der in Gängen den Schiefer durchbricht, und auch in Südtirol nimmt er in der Tiefe bläuliche Farbe an. Auch schließt er Conglomerate anderer Porphyre und rothen Sandstein in sich, und zuweilen ragen säulenförmig getheilte Massen über horizontale Lagen empor.

Demnach darf man auch die Porphyre für eruptive Massen halten, die in feurigflüssigem Zustande aufstiegen, von den durchbrochenen Schichten Blöcke als Conglomerate fortführten, welche

dann das Todtliegende bildeten und oft erkaltete Porphyrstücken als Conglomerate einschließen. Gleichen Ursprungs sind die Serpentine, die als unregelmäßige Massen unförmliche Hügel, Dome u. s. w. bilden und vom Monte Rosa bis zur Dauphinér in Masse den Jurakalk durchbrachen, denselben in Marmor und körnigen Kalk umwandelten, als sie heftig aus dem Boden gepreßt wurden, und die Pyramide des Monte Viso sowie die Monte Rosakette schufen.

Räthselhaft in ihrem Entstehen sind die Granite, welche den Porphyren verwandt sind, und unförmliche, leicht verwitternde Massen bilden. In den Alpen tragen ihre Gebirge scharfe Zacken, steile Abhänge und gewaltige Risse, im Oden- und Schwarzwalde, den Vogesen u. s. w. steigen sie als rundliche Massen mit sanften Abhängen, flachen Thälern und Kuppeln auf. Ueber dem Granit lagern andre Gesteine, durch welche die breiartige Masse des Granits sich Gänge bahnte, dabei diese älteren Gesteine auf mannichfaltige Art umwandelte, in den Alpen den Kalk überlagerte oder denselben sich einkeilen ließ. Geht der Granit zu bandartiger Schichtung über, so heißt er Gneis.

Enthält der Granit viel Hornblende, so heißen diese dunkelfarbigen Massen Syenit, dessen Abänderungen man Diorit und Grünstein nennt; nehmen dagegen die krystallinischen Massen Schichtenform an, so werden sie zu Schiefer, um welchen sich die umgewandelten Massen mantelartig anlegen. Je näher diese dem Kerne kommen, um so entschiedener nehmen sie Krystallform an, wo sie sich dagegen weiter entfernen, werden sie Sedimentärgesteine mit Erzgängen, weshalb sie der Bergmann Ganggesteine nennt. Gneis als umgewandelter Granit macht den Kern der Alpen aus. In der Mitte stehen die Gneistafeln senkrecht, nach außen zu strahlen sie fächerartig auseinander und gehen endlich in andre Schieferarten über. Häufig findet man Gneise in Skandinavien, Finnland, dem Erzgebirge, Nordamerika u. s. w.; dagegen bilden schwer verwitternde Glimmerschiefer scharfe, wilde Kämme mit schneidendem Rücken und scharf ausgezackten Spitzen, im Berner Oberlande aber hochaufragende Platten. Körnige, vielfarbige Kalke, die in Marmor, Dolomit u. s. w. übergehen, sind in den Alpen häufig, und auch Gips und Anhydrit stiegen aus der Tiefe auf, um sich dann umzuwandeln. Dagegen durch-

schneiden Erzgänge die überlagernden Gesteine in einer Breite von 1½—180 Fuß, reichen oft bis in große Tiefen, steigen im Zickzack oder in parallelen Bändern oder in über einander liegenden Stockwerken auf, als sie in Spalten einfließend erkalteten. Oft lösen durchfließende Wasser den Inhalt solcher Gänge auf und fördern denselben als Quelle zu Tage, wie z. B. das Karlsbader Wasser jährlich 247 Centner Flußspath fortführt.

Auf diese Art erklären Naumann, Vogt u. A. das Entstehen der Gesteinarten; andrer Meinung dagegen sind Bischof, Mohr a. A., welche dieselben durch chemische Prozesse entstehen lassen und viele Erscheinungen namentlich den Einwirkungen des Sauerstoffs und der Kohlensäure zuschreiben. Die Luft benagt und zersetzt die Gesteine, indem sie deren Verbindungen lockert oder auflöst, was man Verwitterung nennt, worauf Regen- und Schneewasser die Trümmer der zerfallenen Gesteine als Geröll und Schlamm in die Flüsse und mit diesen ins Meer führen, dessen Boden durch diese Inseln, Deltas, Lidi, Schlammbänke u. s. w. sich erhöht. Es entsteht eine großartige Wanderung der Gebirgstrümmer nach dem Meere, wo sie sich schichtenweise ablagern, um dereinst wieder als Gebirge aus dem Meere sich zu erheben.

Der Regen nimmt aber aus der atmosphärischen Luft auch Kohlensäure auf, welche nun mit dem Wasser ins Erdinnere eindringt und dabei alle Gesteine angreift, umwandelt und auflöst. Dies geschieht um so kräftiger, je heißer das Wasser ist, in welchem sie sich befindet, so daß sogar Arsenik, Jod, Kieselerde, Alkalien, Kochsalz u. s. w. zu unsichtbaren Bestandtheilen des Wassers werden. Außerdem erzeugen die auf dem Meeresboden verwesenden Pflanzen- und Thierreste Kohlensäure oder bewirken neue chemische Verbindungen. Unzählbare mikroskopische Seethierchen bauen ihren Panzer aus Kieselerde oder Kalk auf, welche sie dem Meerwasser entziehen und beim Verwesen wieder zurückgeben. Da nun das Meer nur $^1/_{33,333}$ Kieselsäure enthält, so muß das Thier 33,333 mal mehr Wasser schlucken als sein Panzer wiegt. Dies vollbringt es aber in 24 Stunden. Wollte ein Mensch das Gleiche thun, so müßte er im Verhältniß zu seinem Gewicht in 24 Stunden 5 Millionen Pfund Wasser schlucken, oder in jeder Secunde einen Bach von 1 Kubikfuß Masse, der

also ein oberschlächtiges Mühlrad treibt. Eine Auster dagegen bildet aus 8—10 Kubikfuß Wasser ihre Schale.

Sauerstoff und Kohlensäure wirken also als zerstörende und zugleich auch als schaffende Elemente. Denn jener erzeugt Gährung und Fäulniß, wobei er die Substanzen in Kohlensäure und Wasser zersetzt, Eisenocker hervorbringt u. s. w., wogegen die Kohlensäure Wasser in eine schwache Säure umwandelt, namentlich Kalklager auflöst und als kohlensauren Kalk vom Wasser fortführen läßt, so daß die Kohlensäure in der That Berge versetzt und Höhlungen gräbt. „Mit jedem verdunstenden Wassertropfen wird Kohlensäure frei, bleibt in der Luft, bis der Regen sie aufnimmt und zur Erde führt, wo er dann Kalk auflöst, mit sich auf meilenlangem unterirdischem Laufe fortführt, endlich zu Tage tritt als Quelle, dabei aufs Neue verdunstet, um dann in stetem Kreislauf wieder als Regen niederzufallen.“ Da endlich Thiere und Pflanzen durch ihren Nahrungs- und Lebensprozeß Kohlensäure erzeugen, so ersetzt sich deren im Erdinnern verbrauchte Menge, indem sie von der Pflanze in die Luft und mit dieser wieder in die Pflanze gelangt.

Kohlensäure kreist nicht nur durch die organische Natur, sondern auch durch die mineralische Schöpfung, denn alle Vulkane hauchen sie aus. Im Erdinnern entstammt sie dem Kalk und Salzen, aus welchen sie austritt, wenn sie mit Kieselerde, siedendheißem Wasser u. s. w. in Berührung kommt. Die Kieselerde, welche einen großen Theil aller Gesteine bildet und in allen Gewässern sich vorfindet, liefert zahllosen Meerthierchen den Panzer. Dann der kohlensaure Ammoniak, der sich beim Faulen organischer Substanzen bildet, schlägt Kieselerde nieder, und vielleicht verwandeln sich Kalksilicate beim Aufsteigen im Wasser in Granit, Porphyr u. s. w. und entstehen krystallinische Schiefer durch Verbindung freier Kieselsäure mit Eisen, Kalk, Magnesia u. s. w. Zersetzen sich unter Einwirkung der Kohlensäure die Silicate an der Erdoberfläche, so gelangt die Kieselerde in die Gewässer, aber bei der Zersetzung nährt sie auch die Pflanzen, welche Kieselerde bedürfen. Denn 1 Pfund Heu z. B. enthält $1/_{50}$ Pfund Kieselsäure, ein Wiesenfleck von 3 □F. verbraucht in 50 Jahren 1 Pfd. Kieselerde, und würde in 78,705 Jahren ein Quarzlager von der Mächtigkeit eines Fußes erzeugen.

Aus Kalk bilden Seethiere und Korallenstöcke Knochen und Gehäuse, indem sie denselben in kohlensauren Kalk umwandeln. Während diese Thiere auf dem Meeresboden versteinern, verfaulen sie im Freien durch den Sauerstoff und setzen diese Gewässer beim Durchsickern körnigen Kalk ab. Der Rhein führt jährlich 4,621,956 Pfund kohlensaure Magnesia davon, welche mit Kieselerde in derselben Zeit eine Specksteinschicht von 3882 □Fuß und 1 Fuß Mächtigkeit erzeugen könnte. Außerdem nimmt das Eisen großen Theil an solchen Umwandelungen, denn aus Steinen und Erden tritt das Eisenoxyd bei der Fäulniß organischer Substanzen aus, gelangt löslich in die Luft und mit dem Regen ins Wasser. Dann ernährt es Pflanzen und Thiere, wandelt im Erdinnern Silicate um, und bei Fäulniß organischer Stoffe entsteht Schwefelkies, wenn schwefelsaure Salze und Eisensalze zusammen treffen. Eine Buche von 20 Kubikfuß Holz enthält 130 Gramm Eisenkies, noch mehr die Seegräser und der Fucus, so daß Gips oder schwefelsaure Thonerde sich bilden können, wie sich auch die Feldspatharten im Wasser erzeugen, selbst Dolomite entstehen jedenfalls durch den Zersetzungsprozeß mit Hilfe durchsickernden, magnesiahaltigen Wassers durch zerklüftete Kalksteine. Bis ins Kleinste hinein dringt der Kreislauf des Stoffes, und was uns todte Masse zu sein scheint, ist in der That in stetem Lebens-, Umwandelungs- und Neugestaltungsprozeß begriffen. Doch gehen die meisten dieser Vorgänge so unmerklich vor sich, daß wir sie nicht wahrnehmen.

Die Theorie der Hebungssysteme des Elie de Beaumont.

War die Erde ein sich verdichtender Gasball, der sich nach und nach mit einer Gesteinkruste überzog, so war diese letztere gewiß nicht gleichmäßig dick, so daß die ungleiche Schwere Senkungen und Hebungen verursachte. In Folge davon wechselten die alten Meere Umfang und Lage. Man benennt sie nach ihren vorherrschenden Ablagerungen daher Kohlen-, Kreide-, Jurameer u. s. w. und vermag mit Hilfe der Versteinerungen im Ganzen ihre Grenzen aufzufinden. Bergketten entstanden durch Hebungen, wobei die breiigen Massen durch Risse und Spalten der Erdrinde

aufquollen, deren Schichten aufrichteten und verschoben. Mithin sind die durchbrechenden Gebirge die jüngeren, die durchbrochenen aber die älteren.

Solche Durchbrüche folgten stets einer beharrlichen Richtung oder Streichungslinie und bezeichnen die uralten Spalten der Erdkruste. Zuweilen kreuzten sich diese Linien, indem neue quer durch die alten gingen. Beaumont versuchte es, diese Streichungslinien in ein System zu bringen, da er der Ansicht war, daß gleichzeitige Hebungen einander parallel gingen, weil Ein Riß nur Einer Richtung folgte. Je dünner die Erddecke war, um so grader verlief der Riß; bei ungleicher Dicke und Gesteinart nahmen die Risse gezackte und sprungweise Form an. Die älteren Hebungssysteme bieten meist einfache, wellenförmige Höhenzüge dar, die jüngeren aber vielfache Zackenlinien. Er benannte die einzelnen Hebungen nach den Bergketten, die als hervortretendes Beispiel dienten, und führt solcher Hebungen zwanzig auf.

Die vier ersten Systeme (Vendér und Südwest-Bretagne; Finisterre; Longmynd und Morbihan) betreffen nur kleinere Strecken und Westfrankreich, Schweden, Finnland, Schottland u. s. w. Die Vendér enthält vielleicht das älteste krystallinische Schiefergebirge. Gleichfalls alte Gebirgsbildungen findet man im Erzgebirge, ehe die älteren silurischen Schichten sich absetzten, im Böhmerwalde und in der Ukraine mit ihren Graniten.

Das fünfte System, das von Westmoreland und dem Hundsrück, erkennt man an den Hügeln von Schiefer- und Grauwackegebilden. Es umfaßt demnach obersilurische Massen, welche sich vom Weißen Meere bis Brest, von den Shetlandsinseln bis zu den Ardennen und Vogesen ausbreiten, am Erzgebirge, Fichtelgebirge, im böhmischen Becken, am Taunus, Hundsrück und in Corsica sich vorfinden und früher kleine inselartige Erhöhungen oder wellenförmig gebogene Hochebenen bildeten, die aus dem devonischen Meere hervorragten.

Nach einer langen Zeit der Ruhe trat das System der Belchen und des Harzes hervor, während sich über Europa mächtige Sedimentschichten ablagerten, namentlich in England, Schottland, Irland, in der Bretagne, am Rhein, Rußland u. s. w., bis sich endlich Kohlen absetzten. In der Bretagne und in Rußland wurden gleichfalls die Schiefer von kleinen Gebirgskegeln

und Porphyren durchbrochen, wie es im Schwarzwald geschah, und diese Kuppen wuchsen nach und nach zu hohen Bergen an (Brocken, Feldberg, Ballon d'Alsasse u. s. w.).

Gewaltig griff das siebente System, das des Kohlenmeeres, in die Gestaltung Europa's ein. Auf dem granitenen Plateau der Loire findet man eine Menge von Granit- und Porphyrkämmen und Höhenzügen mit kleinen Anthracitbecken, die sich an den von Porphyren durchbrochenen Hängen ablagerten. An der Ostküste Englands streichen solche flötzleeren Sandstein- und Kohlenkalkschichten entlang, ebenso in Norwegen, Südwestschweden, am Ural u. s. w., und während dieser ganzen Periode bildeten sich viele flache Inseln und Plateaus, an deren Ufern sich Kohlengebilde ablagerten. An den ungeheuren Sümpfen wucherten Farrnkräuter und selbst auf den Binnenplateaus gab es Sümpfe und Moräste. „In der Mitte des Kohlenmeeres erhob sich eine große Insel von trocken gelegten Uebergangsgebilden. Im Norden dieser langen schmalen Insel, die sich vom heutigen Lüttich aus über Cambridge und Leicester bis zur Westküste Englands hinzog, kennt man die Grenzen nicht, da sie unter der Nordsee liegen. Im Westen befanden sich Inseln, die im Süden mit der großen Insel fast zusammen stießen. Wo jetzt Dublin steht, floß ein schmaler Meeresarm an der großen Insel hin, die von Cambridge bis Boulogne reichte. Damals bestand Irland aus kleinen Inseln, dagegen war die Südspitze von Cornwallis bedeutendes Festland. Hundsrück, Eifel und Ardennen dehnten sich als Hügelgruppen zwischen Köln und Frankfurt aus, getrennt durch einen schmalen Meeresarme von der großen belgisch-englischen Insel. In diesem Meeresarm lagerten sich Belgiens Kohlen ab; er selbst ging über Arras, Valenciennes an Boulogne vorbei auf Greenwich und Bristol zu, wo er in ein großes Meer mündete. Die Bretagne und Centralfrankreich waren ein Festland mit kleineren Becken, die mit dem Kohlenmeere in Verbindung standen. Bis Straßburg reichte das Festland, aber ein großer Binnensumpf lag im Süden der Eifel-Hundsrückinsel als heutiges pfälzer Kohlenbecken. Skandinavien und Nordschottland bildeten ein Festland, Harz und Böhmerwald dagegen Inseln mit Binnenseen, und ein zweites Festland reichte von Innsbruck bis über Toulon und Corsica hinaus und schloß sich vielleicht irgendwo

an Centralfrankreich an. Manche Theile dieses alten Festlandes tauchten später wieder unter das Meer; daher ist es bis jetzt nicht gelungen, die Grenzen dieses alten Kohlenmeeres festzustellen.

Wenig Einfluß übte das nun folgende (achte) System von Nordengland (das große Kohlengebirge), obschon es große Risse und Verwerfungen bewirkte und einen Kohlenkalkstreifen von 150 Meilen Länge von der Düna bis zum Weißen Meere schuf, einen Theil der Vogesen und des Mansfeldischen unter Wasser versenkte und mit permischen Gebilden überdeckte. Das neunte System der Niederlande und von Wales bezeichnet die Zeit des Todtliegenden und des Zechsteins, in dessen Schichten es Risse und Verwerfungen brachte, die bis in den bunten Sandstein und Muschelkalk hineinreichten. Es störte das permische System von der Elbe bis zur Bretagne und bis Wales, da es sich 140 Meilen weit ausdehnte. Zwar bewirkte dasselbe viel Risse und Faltungen, brachte aber nur schwache Hügel hervor und durchbrach das Kohlengebirge von Arras bis zur Mark. Dabei theilte es sich bei verbogener Richtung und verwarf vielfach die Kohlenschichten, vermochte aber die Trappgesteine nicht zu durchbrechen.

Das System des Rheins als das zehnte umfaßt die parallelen Gebirgszüge der Vogesen und der Hardt, des Schwarz- und Odenwaldes, schuf also zwei sanft gewellte Spaltenwände, die aus gradlinigen Rissen zusammengesetzt sind, wie sich gleiche Gebilde in Frankreich, Schweden und den englischen Inseln wiederholen.

Gewaltiger griff das elfte System in die Gestaltung der Oberfläche Europa's ein, als der Thüringer- und Böhmerwald und der Morbihan bei ihrem Aufwärtsdrängen die Schichten des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers hoben, wogegen jurassische Gebilde sich horizontal ablagerten am Fuße der Gehänge. Diese Erhebung erfolgte schnell und war nur von kurzer Dauer, wobei der Boden sich faltete und geringe Hügel hervortraten. Zugleich erhoben sich neue Landstrecken, während andre unter Meer sanken, wodurch also Europa sich sehr umgestaltete. Skandinavien vergrößerte sich, Südschweden aber mit Dänemark und Norddeutschland bildeten den Boden des Jurameeres. Von Dünkirchen breitete sich über Mitteldeutschland ein

Festland bis Krakau aus, von Hannover und Göttingen bis Wien, Zürich und Basel. Tiefe Buchten schnitten ein, und ein Meeresarm im Osten verband das norddeutsche Jurameer mit dem süddeutschen in der Nähe von Krakau. Ein langer schmaler Golf schnitt über Regensburg tief ins Land ein, ein zweiter reichte von Basel bis Straßburg, und im Westen strich die Grenze sanft gekrümmt über Metz und Arras nach Dünkirchen hin. Dagegen bildeten Westschottland, Irland, England und Bretagne ein Festland mit tiefen Busen bei Liverpool und Bristol. Ein anderes buchtenreiches Festland bestand im granitenen Südfrankreich, welches bei Rhodez durch eine sehr schmale Landzunge mit dem Nordpyrenäenlande zusammenhing, wogegen ein Meeresarm es bei Poitiers von der Bretagne trennte. Corsica und das Departement des Var ragten als Inseln hervor, Süddeutschland dagegen nebst Italien und der Schweiz lagen unter dem Meere, ebenso Nordfrankreich und Westengland. Ein schmaler Meeresarm verband das Jurameer mit dem Nordmeere, ein anderer mit dem Südwestmeere, und viele schmale Fjords drangen in das Land ein.

Auch das System des Erzgebirges und das Kreidemeer sind plötzlich eingetreten, wobei sich eine Menge Hügelketten von der Elbe bis zur Dordogne erhoben und Juragebilde in Wellenbiegungen emporstiegen. Dadurch entstanden Längenthäler an den langen Rücken der Erhebungen entlang, welche dann von Kreide gefüllt wurden. In diesem Kreidemeere lagen die gehobenen Strecken als Inseln, Halbinseln und Landzungen, wogegen sich am Fuße der Gebirge Quadersandsteine und Plänerkalk in Schichten ablagerten, dabei steile Abstürze bildeten, und die neuen Hebungen behend die älteren Systeme übersprangen. Europa erhielt durch diese Gebilde des Jurameeres ein ganz andres, volleres Aussehen. Damals wurden drei Inseln des Jurameeres (Norddeutschland, Großbritannien und Westfrankreich) mit Südfrankreich zu Einem Festlande vereinigt; dabei nahm Englands Ostküste bis Cambridge zu, wogegen Nordfrankreich und Nordbelgien einen weiten Golf bildeten. Das buchtige Nordgestade des neuen Landes reichte von Mastricht über Hannover bis Krakau, und ein großer Fjord schnitt nach Sachsen und Böhmen ein. Das Ost- und Südufer dehnte sich von Krakau über Wien,

München, Basel und Genf bis Carcassone aus, von wo das Ufer nach Norden an den Cevennen hin bis Südbretagne ging. Eine schmale Insel zog sich von Salzburg bis über Briançon hinaus, dagegen bedeckte ein langer Meeresarm die Strecke von Baiern bis über die Nordschweiz, und tauchten in den Südpyrenäen, bei Toulon, Marseille und Corsica Inseln auf. Das nördliche Kreidemeer bedeckte also Ostengland, Nordfrankreich, Belgien, Holland, Norddeutschland, Dänemark, Polen und Kurland, das südliche dagegen Italien, Kärnthen, Krain, Ungarn, die Schweiz, Südfrankreich und Nordspanien. Die erhobenen Juraschichten dienten ihm als Ufer, und der sächsisch-böhmische Golf bezeichnete eine Senkung.

In geringerem Maße wirkte die Hebung des Monte Viso- und des Pindussystems, welches nur Verwerfungen in den Alpen der Dauphinér mit ihren Jura- und Kreideschichten bewirkte. Selbst die Urpyramide des Monte Viso hat ihre Urgebirgsarten von ungeheuren Verwerfungen durchsetzen lassen. Dabei hoben sich einzelne Alpengebirge, die Pyrenäen, die Krimm und der Pindus von Macedonien bis Albanien.

Dann als vierzehntes System entstand das der Pyrenäen nach der Absetzung der Kreide und des Nummulitenkalkes und von den jüngeren Tertiärschichten und des pariser Grobkalkes. Denn jene wurden aufgerichtet, diese aber lagerten sich horizontal ab. Pyrenäen, Seealpen und Apenninen folgen derselben Richtung, ebenso die Alpen von Verona bis Bergamo, die von Savoyen und Glarus, die Julieralpen bis Dalmatien, Bosnien und Griechenland hinein, ferner die Karpathen zwischen Ungarn und Galizien, Erhebungen an der sächsischen Elbe und im Nordosten des Harzes wie in Frankreich und England. Europa erlitt eine große Erschütterung, indem sich von London bis zur Donaumündung wellige Tertiärschichten ausbreiteten als Ufer eines weiten Meeres, welches einen großen Theil von Europa bedeckte und gegen Süden ein von Meeresarmen durchschnittenes Festland bespülte. Es bildeten sich zwei Becken, der Golf von Bordeaux und das London-Pariser Grobkalkbecken, aus denen die Inseln der Wealds und das Pays de Bray sich erhoben. Der größe Theil Europa's stieg dann aus dem Meere empor, um später wieder theilweise untergetaucht zu werden.

Das nun folgende System von Corsica und Sardinien bewirkte viel Senkungen, da die mittleren Tertiärschichten mit den Molassen in Nordeuropa, der Schweiz, Gascogne, des Rhonethales bis Lyon und in Italien untersanken, wogegen bei London, Paris und Bordeaux kleine Strecken sich hoben. Denn die Tertiärschichten bildeten kein Ganzes; sondern lagerten in drei verschiedenen Schichtarten (Grobkalk, Gips von Montmartre und oberer Meeresmergel), auf denen die Urelephanten und Urnashörner wandelten. Damals entstanden die Hochthäler der Loire, Rhone und des Allier, die Vulkankette der Auvergne mit den Anfängen derjenigen von Clermont, die Thäler des Jura und Savoyens, die Inseln Sardinien und Corsica, die Vulkane in Hessen, die des Habichtswaldes, des Meißners, die Basaltberge bei Göttingen. Zu gleicher Zeit entwickelten sich namentlich in Centralfrankreich jene breiten Hochthäler, in denen sich die jüngeren Tertiärschichten und Süßwassergebilde ablagerten.

Zwischen den Sandstein von Fontainebleau und die Süßwassermolasse, also zwischen die zweite und dritte Tertiärschicht, fällt als das sechzehnte System das der Tatra, der Insel Wight, des Rilo-Dagh und des Hämus, welches man bis Dalmatien verfolgen kann und in den Alpen auf der Strecke von Gratz bis zum Brenner (Großglockner, Venediger), im Drau-, Puster-, Etsch- und Salzathale, im Jura u. s. w. wiederfindet. Damals vervollständigten sich außer Theilen der Alpen Nordholland, Norddeutschland, Polen und Rußland. Dagegen blieb das System des Sancerrois und des Erymanthus ohne Bedeutung, wogegen das System der Westalpen gewaltig in die Ausbildung von Europa eingriff. Zunächst entstanden die Alpen nach und nach aus einer Kreuzung vieler Systeme, weshalb ihr Studium große Schwierigkeiten macht und manche Erscheinungen noch auf eine überzeugende Erklärung harren. Denn die einzelnen Alpentheile sind je nach Alter, Gesteinart und System verschieden, da mit jedem System irgend ein Theil der Alpen erschien, sich hob oder senkte. Der Montblanc, Monte Rosa und das Finsteraarhorn stehen auf der Kreuzung zweier neuen Systeme und bilden einen Winkel im Alpensysteme. Die andern Kämme und Schichten dagegen gehören verschiedenen Streichungslinien an. Wie in Norddeutschland bezeichnen auch die kreisförmigen Erhebungsthäler der Schweiz mit

ihren Mineralquellen die Kreuzungspunkte der Hebungsrichtungen, denn selbst der Montblanc thürmt sich und seine gewaltigen Abstürze in einem großen Kesselthale auf. Die Schichten der Muschelmolasse sind in der Nähe der Alpen steil aufgerichtet oder gar umgekippt, und die Kreide- und Tertiärgebilde hoben sich von der Donau an. Im Innern der Gebirgsstöcke der Westalpen findet man nur Kreide- und Nummulitenschichten, woraus man folgern muß, daß die Westalpen erst nach den Gebilden der mittleren Tertiärzeit entstanden. An den Endpunkten der alpinischen Runzeln, in der Schweiz und Provence, richteten sich Muschelmolassen auf und die Seen Oberitaliens füllten Thäler aus, welche den Westalpen parallel laufen. Soche Hebungen der Tertiärschichten greifen bis Nordafrika, bis zur spanischen Küste, den Dardanellen, bis in die Krimm, Skandinavien u. s. w. ein. Europa ward nun ein Festland; denn nur die Hügel der Subapenninen, einige Thäler in Sicilien und England standen noch unter Meere; auch gab es im Innern Europa's hier und da große Seen, die sich nach und nach mit Ablagerungen füllten, und an deren Ufer Hyänen, Bären, Nilpferde, Mammuths und Nashörner hausten.

Mit dem nun folgenden System der Ostalpen erhielt Frankreich eine doppelt geneigte Fläche, die sich nach Forez und der Auvergne hebt. Die ganze Erhebungslinie reicht übrigens bis Ungarn hinein, ja von Cornwallis bis Memel. In Südfrankreich und Spanien stiegen unzählige Ophithügel auf, die in Reihen gestellt den älteren Hebungslinien folgten und in länglichen Streifen von der Gascogne aus nach Spanien eindrangen, parallel mit der Richtung der neueren Spalten in der Provence. Auch Süditalien und Sicilien hoben sich mit Spanien, wo Flußthäler und Gebirge der Erhebung parallel gehen. Bis zum Balkan, Kaukasus, Ararat, Himalaja reichten die Wirkungen des Aufsteigens der Ostalpen.

Das letzte System endlich, das des Tanaro und Aetna-Vesuv, vollendete die Gestalt des heutigen Europa und erzeugte große Verwerfungsspalten in Griechenland. Es hoben sich die letzten Glieder der Subapenninen, Europa erhielt Vulkane, namentlich in Italien, Frankreich, Deutschland, Island u. s. w.,

welche unter denselben Parallelkreisen liegen, vor Zeiten also mit einander scheinen in Verbindung gestanden zu haben.

So weit die Theorie des Beaumont, welche, wie gesagt, gar mancherlei Einwürfe erfahren hat, wie man denn in Betreff der Eintheilung der Formationen (Gebilden einer Zeitperiode) und deren Entstehung noch nicht zu übereinstimmenden Ansichten gekommen ist. Jedenfalls ist das Streben, auch in dem scheinbar Zufälligen ein allgemeines Gesetz als bewirkende Ursache aufzuspüren, ein sehr lohnens- und beachtenswerthes. Nur soll man Theorie und bis zur Wahrscheinlichkeit bewiesene Vermuthungen nicht für unbestreitbare Thatsachen und fertige Endergebnisse halten.

Fünftes Kapitel.

Die verschiedenen Formen der Erdoberfläche.

„Die physische Geographie enthüllt die irdische Harmonie, die Geschichte dagegen lehrt die höhere Harmonie, welche sich aus den Verhältnissen der Menschheit zur Erde entwickelt, die ihr als Schauplatz ihrer Bestrebungen und Thaten dient."

Ebenen im Allgemeinen.

Es dürfte als unzweifelhaft feststehen, daß alle Ebenen in früheren Zeiten See- oder Meeresboden waren, da sie Versteinerungen von Meer- und Süßwasserthieren, See- und Landpflanzen enthalten, wie sich z. B. bei Pirna gar drei verschiedene Perioden nachweisen lassen. Dagegen wurden die Gebirge durch chemische oder mechanische Kräfte emporgehoben. Wie weit hierbei noch Ausdehnung durch Hitze und Zusammenziehung durch Kälte mitwirkten, läßt sich schwer nachweisen.

Gebirge setzen eine Spaltung der Erdrinde voraus und halten eine lineare Richtung mit Seitenspalten fest. Wird nur die eine Seite der Spalte aufwärts gedrängt, so entsteht ein Randgebirge mit steilem und schmalem Abfall nach der einen Seite hin, dagegen mit breiten und flachen Gehängen nach der andern. Heben sich beide Spaltenränder, so entsteht eine Gebirgskette. Zwischen parallelen Hebungen breiten sich Hochflächen als Plateaus aus, und durch Senkung neben Hebungen entstehen Tiefländer.

Das gewaltigste Tiefland ist der Meeresboden, der verschiedene Tiefen, Riffe, Hochebenen, Mulden und Thalspalten

bilden mag. Schwerlich ist er ganz glatt und eben gerieben oder gleichmäßig aufgefüllt, denn auf ihm stehen Riffe und Inseln und die Meere selbst haben verschiedene Tiefe. Im großen Ocean beträgt die durchschnittliche Tiefe 9000—16,000 Fuß, im nördlichen atlantischen Meere fand man Einsenkungen von 27—32,000 Fuß, im südlichen von 12—43,000 Fuß. Von Irland bis Neufundland (409 Meilen) wechseln Tiefen von 2300 F., dann 10,000 F., hierauf 8600 und 9500 und bei Neufundland von 540 F., die Ostsee und das adriatische Meer sind 150—400 F. tief, der Aermelkanal noch seichter.

Jede Hebung oder Senkung einer Landstrecke verursacht natürlich eine Zerreißung, Verschiebung, Faltung und Aufstauung der herabgleitenden Schichten; es entstehen Spalten, Klüfte und Risse, welche das Wasser weiter auswäscht zu Thälern und diese dann mit Geröll und Schutt überlagert. Oder es sammeln sich Seen an, welche Kessel aushöhlen und als Wasserfälle durch Querriegel sich durchsägen. Außerdem nagen unterirdische Wasser Höhlungen aus, in welche durchsickerndes Wasser neue Stoffe führt. Es entstehen also Spaltungs=, Erhebungs=, Faltungs=, Einsenkungs=, Auswaschungs= oder Erosionsthäler. Zwischen lang hingestreckten Bergketten ziehen sich solche Einsenkungen als Längenthäler hin, wogegen Querthäler entstehen, wenn ein Fluß einen Gebirgszug durchbricht. Werden Bergwände vom Regen abgenagt und abgewaschen, so ragen die festeren Gesteine als schroffe Zackengipfel, Hörner, Nadeln, Gräte, Kämme empor, und bei Zerberstungen und Splitterungen werden die Spalten zu senkrechten Wänden. Oft bleiben nach langer Verwitterung der Gebirge Einzelberge als Ruinen auf den zu Hochebenen abgewaschenen Flächen stehen. Die meisten Gebirge bestehen aus verschiedenen Gesteinarten, die sich zu verschiedenen Zeiten bildeten, und dieses Früher oder Später der einzelnen Schichten nennt man das Alter der Gebirge.

Eine eigenthümliche Erscheinung mancher Gebirge sind die Kesselthäler vulkanischen Ursprungs. In den französischen Alpen bilden die Bergmassen der Oisans, deren Spitze als Pelvoux 12,600 F. hoch steigt, einen Circus von 8 Meilen Umfang und mit Wänden von 9—12,600 F. Höhe. Diese fallen steil nach innen, flach nach außen ab, und mitten im Kessel liegt das Dorf

de la Berarde. Ganz Ceilon bildet einen solchen kolossalen Kessel, d. h. mit Ausnahme des nördlichen flachen Tieflandes ein Ringgebirge mit einem Kesselthale von 9 Meilen Durchmesser, dessen Boden aus einem lieblichen Berglande besteht mit der Hauptstadt Candy in einer Höhe von 1400 F., wogegen der Granit- und Gneiswall des Gebirgsringes im Adamspik 6000 F. hoch aufsteigt. In Sachsen findet man sogar im Schiefergebirge bei Hohenstein einen elliptischen Wall von 2 Meilen Breite und 6 Meilen Länge, und ganz Irland, dessen Küsten von Gebirgen umwallt sind, kann für einen solchen flachen Kessel angesehen werden, dessen durchbrochene Wände 2400—3100 F. Höhe erreichen. Kleinere Kesselthäler findet man im Jura, in England, bei Pyrmont, in andern Gegenden maarartige Einsenkungen und Erdtrichter, auf der Insel Oesel einen Explosionskrater von 400 Schritt Umfang. In Kalkgebirgen (Krain, Kärnthen, Istrien, Frankreich u. s. w.) sieht man häufig kreisrunde Erdfälle von 30—40, aber auch von 2000 F. Umfang, in denen oft Flüsse verschwinden, um in weiter Entfernung wieder hervorzubrechen. In Jütland sind manche Küstenstrecken von Höhlungen durchzogen, ebenso in Südcarolina, Missouri, Blanska in Mähren, im Harze und in Thüringen. Wie sich Berg- und Hügelland unterscheiden, vermag man nicht genau anzugeben. Wo Bodenanschwellungen sich wiederholen und Einsenkungen zwischen sich haben, entsteht welliges Gelände, wo Erhebungen vereinzelt vorkommen, bildet sich Hügelland. Am Fuße der Gebirge findet man Bergland, welches nach und nach in Hügel- und Flachland übergeht.

In großen ausgedehnten Ebenen giebt es Bodenanschwellungen oder Landrücken, welche zugleich Wasserscheiden zu sein pflegen, und z. B. in Rußland so unmerklich 800—1000 F. ansteigen, daß man die Erhebung nur durch Messungen findet. Zwischen ihnen liegen dann Senkungen, die zuweilen unter dem Meeresniveau stehen. Der Kaspisee, 110 F. tiefer als der Aralsee, steht 78 F. tiefer als das Schwarze Meer, das Jordanthal, eine 32 Meilen lange Spalte, liegt bei Tiberias nach Symond 308 F., im Todten Meere 1231 F. unter dem Meeresspiegel. Den Boden dieses Sees berechnet Moore auf 1700, Lynch auf nur 1098 F. Tiefe. Auch die italienischen Seen (Gardasee, Lago maggiore)

reichen mit ihrem Boden gleich dem Huron- und Michicansee unter das Niveau des Meeres.

Bodenerhebungen schreiben den Flüssen ihren Lauf vor, denn nur die russischen werden von Strömen in Stromschnellen und Wasserfällen durchbrochen, welche die Schiffahrt hemmen. Von Simbirsk bis Tscharitschin hat die Wolga rechts ein 300 F. hohes schroffes Ufer, wogegen das linke flach ist, und Aehnliches findet man am Ob, Don und Jenissei, wie auch Mississippi, Euphrat, Tigris ein hohes linkes Ufer besitzen. Doch wirkt hierbei auch wohl die Erdumdrehung mit, welche die von Süden nach Norden fließenden Ströme ans linke Ufer treibt, die in umgekehrter Richtung gehenden ans rechte Ufer drängt. Manche Küsten steigen in Terrassen zu Hochebenen empor, Patagonien z. B. in Stufen von 100, 250, 350—1500 F., Nordafrika in 3 Stufen 500 F., bis Marokko 1500 F. in 2 Stufen. Die Donau dagegen fließt lange an einer Hochebene hin, bildet dann kleine und große Becken und durchbricht wiederholt Gebirgsriegel, wie es Elbe und Rhein gleichfalls thun.

Fast die Hälfte des Festlandes besteht aus Tiefland, welches je nach Klima und Bewässerung Urwald, Grassteppen oder Ackerfelder bedecken. Gerade in Niederungen siedelt sich der Mensch gern an, baut Städte, Tempel und Dörfer, beginnt hier sein Kulturleben, denn hier fanden die Völker Raum zu behaglicher Ausbreitung, leichte Verkehrswege. Continentale Tiefländer bieten für Völkerwanderungen bequeme Straßen, reichliche Weiden für die Hausthiere, da sie aber durch Ackerbau oder Viehzucht an eine unwandelbare Lebensordnung und beschränkte Thätigkeit binden, so halten sie die Bewohner auf niedriger Kulturstufe fest, welche jeder Neuerung abgeneigt macht und auch Denken und Glauben unabänderlich zu erhalten trachtet. Küstenbewohner dagegen sind arm, aber abgehärtet, geistig strebsam und begierig nach Fortschritt, Neuerung und Freiheit. Polen und Ungarn hörten auf, selbstständige Staaten zu sein, als sie vom Meere abgedrängt wurden, wogegen Holland und Portugal, Griechenland, Karthago als Seestaaten zu Großmächten heranwuchsen.

Die Tiefebenen erhalten verschiedene Namen je nach ihrer Bodenbedeckung; baumlose Grasflächen heißen Steppen, mit Haidekraut bewachsene sandige und moorige Strecken nennt man

Haiden, in Frankreich les Landes; sind sie mit hohem Gras bewachsen und stellenweise bewaldet, so erhalten sie den Namen Savannen, Llanos, Pampas oder Prärien, und reine Sandflächen sind Wüsten. Steppen dehnen sich von Ostsibirien aus über Rußland, Polen, Norddeutschland, verengen sich jenseits der Elbe und umschlingen als schmaler Saum den Westen Hollands, Belgiens und Frankreichs bis zum Fuße der Pyrenäen. Auf ihnen wechseln Sandstrecken, Nadelwälder, Moore und Getreideflächen, Haiden und Dünen. Den östlichen Theil nennt man turanisch-sibirisches Tiefland, den westlichen die sarmatische und germanische Tiefebene. In Südamerika ziehen sich unermeßliche Savannen an den großen, breiten Flüssen entlang von der Mündung des La Plata bis zu der des Amazonenstromes und des Orinoco, wogegen Prärien gewaltige Räume um den Mississippi und seine Nebenflüsse bedecken und über Kanada bis zur Hudsonsbai reichen, denn die in Terrassen über einander liegenden großen kanadischen Seen stehn nur 118—540 F. über dem Meere.

Durch solche Ebenen ziehen die Flüsse in vielen Windungen. „Fließen sie durch flaches, weites Gesenke, so heißt die Thalsohle eine Aue. In diese oft stundenbreite Fläche hat sich das Flußbett oft kanalartig eingegraben zwischen steilen, senkrecht abstürzenden Wänden, die von Schründen und Racheln durchrissen sind. Bei Hochwasser hat dieser Kanal nicht Raum genug, weshalb die Aue überschwemmt wird. Dabei werden die steilen Uferwände stellenweise, besonders an den Prallstellen des Stromlaufs unterwühlt und zerstört, der Stromlauf selbst in Lage und Richtung verändert. Der Strom theilt sich in Arme, die sich an geeigneten Stellen wieder vereinigen, also Inseln umfließen und an der Mündung tritt nicht selten eine Gabelung ein, aus welcher sich nach und nach ein Delta gestaltet mit zahllosen Kanälen, Lachen und todten Armen." (Naumann.)

Steppen und Wüsten bilden parallele Ringe um die Erde und gleichen insofern dem Meere, als man in ihnen die Krümmung der Erdoberfläche erkennt, da man von fernen Gegenständen zuerst die Spitze sieht. Die Ferne verschwimmt mit dem Horizonte, Luftspiegelungen erscheinen, und manche Strecken sind hart wie eine Tenne, kalkige aber sind voll Schluchten mit steilen Wänden. In Sandwüsten lagert der vom Wind gejagte Sand in Kämmen

von Sandwellen hinter einander. Nur wenige Ebenen sind vegetationslos, erzeugen aber auf weiten Strecken nur eine einzige Pflanzenart in ermüdender Einförmigkeit, andre sind in der trocknen Jahreszeit Einöden, nach dem Regen ein Blumenmeer z. B. die Karus im Kaplande.

Steppen, Pampas, Llanos, Prärien, Savannen.

Tiefebenen dehnen sich gern an Küsten und großen Flüssen entlang aus und waren früher Meeres- oder Seeboden, z. B. die oberrheinische Tiefebene, Ungarn, Marchfeld, Böhmen, Norddeutschland, Oberitalien u. s. w. Sie sind daher mit Geröll und Kies bedeckt oder mit fruchtbarem Schlammboden. Andre breiten sich auf dem Rücken gehobener Länder aus (Arabien, Persien, Kleinasien, Mongolei, Mexico, Peru, Neu-Granada u. s. w.), tragen oft Bergzüge und Seen und werden von Randgebirgen umrahmt, die nach der Hochebene zu sanft sich abböschen, auf der Außenseite dagegen steil abfallen und von diesem Fuße aus gesehen wie hohe Gebirge erscheinen. Zuweilen liegen solche Hochebenen, getrennt durch Randgebirge, treppenartig über einander und bilden Stufenländer, aus denen die Flüsse heftig in Schluchten, Katarakten und Stromschnellen hervorbrechen und vor der Mündung so viel Geröll und Schlamm anhäufen, daß solche Barren und Untiefen die Einfahrt sperren oder erschweren.

Streppen bilden in den gemäßigten Breiten einen breiten Ring um die Erde von Sibirien über Europa bis zu Amerika's Westgestade. Ihm entsprechend schlingt sich südlich vom Aequator ein breiter Gürtel tropischer Urwälder, neben und zwischen denen die Grasmeere der Pampas sich ausbreiten, rings um den Erdball. Wie an die nördlichen Steppen ungeheure Laub- und Nadelwaldungen angrenzen, so an die Pampas Tropen- und Manglewald. Je nach Klima und Bewässerung dienen die Steppen als Weiden- oder Ackerbauland, veranlassen also ein wanderndes Hirten- oder ansässiges Bauernleben und dienen den Karawanen als Straße, da sie den Lastthieren Futter liefern. Auch die erobernden Reitervölker der Hunnen, Germanen, Mongolen und Madjaren folgten den Steppen, weil sie ihre Viehheerden

mitzutreiben pflegten, von deren Milch und Fleisch sie sich ernährten. Hunnen sollen die Büffel nach Europa gebracht haben.

Die größten Ebenen besitzt Amerika, durch sie rauschen die mächtigsten Flüsse der Erde, über ihnen entladen sich die tropischen Gewitter, in ihnen bedecken Urwälder Tausende und Zehntausende von Quadratmeilen; auf sie brennt aber auch die Sommersonne von wolkenlosem Himmel nieder, dörrt die Pflanzen aus und verwandelt das Blumen- und Grasmeer in eine dürre staubige Einöde. Man kann diese Ebenen nur mit dem Kompaß durchreisen und die Selvas des Amazonenstromes sollen mit ihren schattenfinstern Urwäldern 80—100000 □Meilen bedecken. Pampas mit Urwäldern und Grasmeeren ziehen an den Flüssen und am Ostfuße der Anden entlang, streifen als breite Thalsohlen ins Gebirge hinein und umsäumen fast das ganze Gestade des atlantischen Oceans. Es giebt aber auch unermeßliche baumlose Flächen, welche alle Jahre auf Monate überschwemmt werden, worauf das Gras so hoch aufschießt, daß es einen Reiter zu Pferde überragt, wogegen in dürren Strichen unabsehbare Cactuswaldungen sich ausbreiten.

Unabsehbar wallen und wogen die Grasmeere, belebt von Hirschen, Rehen, Raubthieren, Trappen, Rebhühnern u. s. w. auf den Flächen auf und nieder und schlagen brandend an den Dornheckensaum der undurchdringlichen Urwälder an, deren oberer Saum sich in gezackten oder welligen Linien vom Horizonte abhebt, wogegen im Innern Sümpfe, modernde Bäume Verwesungsgeruch verbreiten und Dunkelheit wie Wegelosigkeit die Wildniß unzugänglich machen. Nur mit dem Beile in der Hand kann man sich Bahn schaffen, wenn man die Natur in der Großartigkeit und Pracht ihrer Ursprünglichkeit betrachten will.

In Südamerika haben diese Grasebenen den indischen Namen Savannen behalten; am La Plata nennt man sie auch Pampas, in Columbien Llanos (sprich Ljanos) d. h. Ebenen. Humboldt hat sie in seinen „Ansichten der Natur" meisterhaft geschildert. Nach der Regenzeit schießen buschige Kräuter, Gräser und Cyperaceen massenhaft auf, dazwischen erheben sich Mimosen mit lichtempfindlichen Blättern und zartem Laubwerk. Rinder und Pferde weiden zu Millionen, und Alles erfreut sich der Fülle des Lebens. Saugt

aber die brennende Sonne die Feuchtigkeit auf, und schrumpfen die Wasserriesel zu Lachen und Tümpeln zusammen, so ziehen sich die Heerden in feuchte Senkungen des Bodens zurück. Krokodile und Schlangen vergraben sich in den Schlamm der Sümpfe, um der Hitze zu entgehen; der harte Thonboden springt in weiten Spalten auf; die Pflanzen verdorren und zerfallen in Staub; die Thiere kommen vor Durst um, und ihre Gerippe bleichen an den ausgetrockneten Lachen. Die Steppe wird afrikanische Wüste. Plötzlich stürzen ungeheure Regengüsse nieder, die Pflanzen erwachen zu neuem Leben, die überfüllten Flüsse überschwemmen auf Hunderte von Meilen die Steppe, und auf den wenigen Bodenanschwellungen (Mesas) sammeln sich geängstigt zahme und wilde Thiere.

In Venezuala und Neu-Granada füllen Llanos einen Raum von 400,000 □Kilometer, in den argentinischen Republiken 1,300,000 □Kilometer, von denen 3000 ganz horizontal von Brasilien bis Patagonien verlaufen. Da verdunsten selbst die Andenströme zu Sümpfen und Lagunen oder verlieren sich in Salzseen, so daß in Menge solche stehende Wasser sich an den Anden entlang ziehen und besonders zahlreich im Süden und in Patagonien werden. Der Rio Quinto, der sich früher ins Meer ergoß, und zwar in die Bucht des La Platastromes, bleibt jetzt mitten in seinem alten Lauf stehen, weil er nicht mehr weiter kann, und nur ein kleiner Fluß verbindet ihn mit den Lagunen in seinem Osten. Jedenfalls liegt die Ursache dieser Stockung in der Abnahme des Regens und der zunehmenden Ausdünstung, wodurch diese Striche ausgedörrt werden. Die Sommerville schildert diese Gegenden sehr anschaulich.

„Ostpatagonien ist Steinwüste, hier und da bedeckt von ungeheuren Steinblöcken, Brunnen, Grasbüscheln, Dornengebüschen, Salzseen, Salzkrusten und schwarzen Basaltplatten, indem sich stufenförmig die Steinebenen in langen, grellen Streifen erheben. Schluchten durchbrechen dieselben, sausende Winde durchtoben die Einöde. Nördlich davon dehnen sich stein- und baumlose Flächen rothen Kalkbodens aus, bewachsen von groben Grasbüscheln. Westlich von Buenos-Ayres wachsen auf einem weiten Strich nur Disteln von 10 F. Höhe, nach deren Absterben Luzerne aufschießt. Westlicher wird die blumenreiche Fläche von manns-

hohem Grase überwogt, in welchem Rinder- und Pferdeheerden weiden, findet man aber auch viel Sümpfe und Marschen. Am Uruguay sieht man Rasen und Meierhöfe (Estancias), am Parana tropische Gewächse und Palmen, auf den Flußinseln Orangewäldchen. Doch westlich davon in der Wüste Gran Chaco wachsen nur Cactus und Aloe. Die Flüsse überschwemmen Hunderte von Quadratmeilen und lassen weite Sümpfe zurück, und im Urwald herrscht erstickende Hitze. Blauer Nebel steigt an den Bäumen empor, und todtenstill ist es bis zum Abend, wo furchtbarer Lärm beginnt und bis Mitternacht währt. Die Orinocosteppen endlich sind baum- und steinlos, bei Ueberschwemmungen kommen so viel Thiere um, daß der Boden nach den verwesten Thieren wie Moschus riecht. Nach dem Regen wachsen Ananas, am Flußufer stehen stellenweise Palmen und Mimosengebüsche, aber in der trocknen Jahreszeit zerfallen die Blätter zu Staub, welcher die Luft erfüllt."

Die Ostebenen Cordova's sind von stacheligen Pflanzen, Mimosen, Ginstern und Sträuchern mageren Laubes übersät; kurzes Gras wächst auf dem festen Thonboden, und dazwischen giebt es pflanzenlose Salzstriche, durch welche Karawanen in Eile wandern. Dagegen dehnen sich vom Saladero im Norden bis Patagonien im Süden die Weideplätze der Viehheerden aus. Früher benutzte man nur Felle, Hörner und Fett und überließ das Fleisch den Vögeln, jetzt bereitet man aus ihm Liebig'schen Fleischextract oder versendet es geräuchert und gesalzen von besonderen Schlachthäusern aus, welche großartigen Fleischfabriken gleichen. Vor Zeiten war ein lebendiges Pferd billiger als dessen Haut, weil das Abziehen derselben Arbeit und Geld kostete. Jetzt haben Hanseaten Handelshäuser und Fabriken errichtet, durchziehen Eisenbahnen die pfadlose Steppe, befahren Dampfer die Ströme bis tief ins Binnenland hinein. Buenos-Ayres wächst zu einer europäischen Stadt heran, in der Umgegend pflegt man Gemüse- und Obstbau und immer weitere Strecken werden von thatkräftigen Einwanderern unter den Pflug genommen, eine Meile nach der andern für die Kultur gewonnen, und dabei erfreut sich deutsche Wissenschaft einer besonderen Pflege von Seiten der Republik, welche unserem berühmten Landsmann Burmeister eine einflußreiche Stellung zuwies.

Die ganze Grasfläche scheint horizontal zu sein, denn kein Gegenstand unterbricht die großartige Einförmigkeit der Landschaft, wenn nicht hier und da einmal eine Rinderheerde sichtbar wird, oder die gelblichen Mauern einer Meierei oder ein vereinsamter Baum, welcher dem Beile des Gaucho (berittenen Pferdehirten) entging. Hier und da schillern Lachen salzigen oder salpetrigen Wassers auf zwischen Binsen- und Rohrgebüsch, welches die Fortsetzung des Grasmeeres bildet. Im Norden des Salado wird das Kräutermeer durch Dickichte von Mimosen und Stachelgewächsen ersetzt, welche sich wie ein Ring um kleinere Savannen legen, dann zeigen sich weiterhin am Pilcomayo Palmengruppen, und die erhöhte Pampa Grand Chaco verbindet wie eine Wald-Landenge diese Savannen mit den überschwemmten Strecken der Selvas des Amazonenstromes. Im Süden endlich, in der Nähe der Küste, wächst in der einen Jahreszeit Klee, in der andern ein Wald von Rolldisteln, welche unzugängliche Wildnisse bilden. Zerbricht der Wintersturm diese ausgetrockneten Disteln und treibt deren Köpfe fort, so ballen sie sich zu großen Klumpen zusammen, die bis ins Meer fliegen, worauf wieder Klee aufsprießt und den Thieren nahrhafte Weide bietet.

In Nordamerika breiten sich Steppen als Prärien zwischen den Alleghanies und den Vorbergen der Felsengebirge aus und sind entweder unabsehbare Viehweiden oder wogende Getreideflächen. Früher waren sie jedenfalls vom Michicansee bedeckt und bilden oft einen wagerechten Boden mit wallendem Gras- und Blumenmeere, aus welchem hier und da Inseln von Baumgruppen auftauchen, die zuweilen Archipele bilden, um welche die Arme des Grasmeeres fließen. Eine einzige solche Prärie mitten im Staate Illinois ist so groß, daß man am Horizont nicht eine einzige Baumgruppe sehen kann. Aber bereits nimmt sie der Ansiedler unter den Pflug und verwandelt sie in eine Kornkammer für das menschenreiche Europa. Das Gras steht auf den Weideplätzen so hoch, daß Rehe ungesehen durch dasselbe schlüpfen, wie dies auch auf den Steppen Südafrika's und dessen Bauernrepubliken der Fall ist. Bereits sind Strecken, so groß wie deutsche Königreiche, in die Quadrate der Ansiedelungen (townships) getheilt durch schnurgerade gehende, im rechten Winkel sich schneidende Straßen. Hütten, Furchen, Raine, Blockhäuser

und Meiereien verwandeln die Prärie, deren Umrisse so duftig verschwimmen, in ein einförmiges Damenbrett von Vierecken mit Gehöften, Aeckern und Viehweiden, und gerade in diesen Prärien findet der deutsche Einwanderer einen lohnenden Platz für seinen Fleiß, denn sie sind vorzugsweise von Deutschen besiedelt.

„Die dürren Steppen von Texas und am Arkansas", sagt die Sommerville, „tragen den Charakter asiatischer Hochsteppen, denn diese kahlen, baumlosen Flächen verdorren im Sommer und gefrieren im Winter unter dem Wehen der schneidend kalten Winde, die vom Felsengebirge herabblasen. Erst gegen den Mississippi zu verbessert sich der Boden, dessen Marschländer üppige Vegetation erzeugen, so daß das Delta zu einem Labyrinth von Seen, Sümpfen und dichtem Buschholz wird. Dazwischen sieht man weite Waldstriche und Felder mit 2—3 Zoll hoher Salzkruste. Theils bilden sich Prärien am rechten Ufer, theils verwandelte man sie in Plantagen für Zuckerrohr, Baumwolle, Indigo und andere Kolonialpflanzen. Diese welligen, aber meist ebenen Savannen bedecken sich mit langem, wucherndem Grase und duftigen lilienartigen Blumen, im Süden unterbrochen durch Gruppen von Magnolien, Tulpenbäumen und Baumwollstauden, im Norden von Eichen und schwarzen Wallnußbäumen. Meistens aber sieht man Tagereisen weit keinen Strauch, nur an Flußufern wachsen Myrthen, Azaleen, Kalmien u. s. w., dagegen weiden in großen Heerden Bisons, Hirsche und Pferde. Als man Amerika entdeckte, war es vom Lorenzo bis zum mexicanischen Meerbusen nur Waldland, untermischt mit Prärien, und jetzt umsäumen noch Küstenwälder den Süden. Noch bestehen ungeheure Fichtenwälder, fließt der Ohio Hunderte von Meilen durch Wald, wogegen Illinos ein immer grünes Getreide- und Prärieland ist, aber auch der dichten Waldungen von Roth- und Weißtannen und der riesigen Weymuthskiefern nicht entbehrt. Nach reichlichem Schneefall, welchem Regen- und Thauwetter folgen, überzieht ein starker Frost die Bäume und ihre Zweige oft mit zolldickem, durchsichtigem Eise. Die kräftigsten Bäume beugen sich unter ihrer Last, Eiszapfen hängen von ihnen nieder und fallen bei jedem Windhauche ab, namentlich von den langen niederhängenden Zweigen der Schierlingstanne. Bei heftigem Winde schwingen sich die großen Bäume, bis sie endlich krachend reihenweise nieder-

stürzen und die kleineren zerschmettern, die sich wie niedergeschlagenes Korn bereits schief gelegt hatten. Die Wälder der Apalachen gehören bekanntlich zu den schönsten der Welt, besonders wenn sie im bunten Farbenschmuck des Herbstes prangen."

Die Steppen Afrika's tragen im Ganzen denselben Charakter und breiten sich an den Küstenebenen und in den Mulden der oberen Flußläufe aus; in Asien und noch mehr in Australien dagegen sind sie baumlos, gehen oft in Sand- oder Salzwüsten über und leiden im Winter von furchtbaren Schneestürmen. Dennoch werden sie von Handelskarawanen und Hirtenvölkern durchzogen, die zuweilen von wilder Eroberungssucht getrieben, in die Kulturländer niederstürzen, um sie durch Brand und Mord in Einöden zu verwandeln. Hunnen und Mongolen, Araber und Turkmanen haben ihre Heimat in jenen ungemüthlichen Steppen asiatischer Hochländer.

Die europäischen Steppen und Haiden.

Europa besitzt keine Wüsten, sondern an deren Stelle Haiden und Moore; auch die Steppe dringt nur bis in die Mitte Rußlands vor und nimmt das ungarische Tiefland ein, so wie die Niederungen der unteren Donau, wo Schlamm den Boden klafterhoch überdeckt, aber auch weite Sandstrecken und Moräste oder Salzflächen auftauchen. In Ungarn bewirthschaftet man die Steppe als Getreidefeld oder als Viehweide, errichtet auf ihr vereinzelt liegende Wirthschaftsgebäude, gräbt Brunnen und nennt diese Besitzung Pußta. In diesen Steppen findet man Marktflecken, Städte und Dörfer von 10—20,000 Einwohnern, denn auch der Handwerker der Stadt treibt gern im Sommer Landwirthschaft und wohnt draußen auf der Pußta. Petöfi feiert sie in nationalen Liedern; wie auch der Kosak nicht müde wird, die Steppe zu beschreiben und ihre Reize sich zu vergegenwärtigen. Eisenbahnen, Landstraßen und Kanäle durchziehen diese Kornkammern Europa's, die früher der Tummelplatz der Völkerwanderungen, die Heerstraße der Kreuzfahrer und das Kampffeld der Türkenschlachten waren.

Ungarn war vor Zeiten Binnenmeer, in welches sich die Donau ergoß, bis Bergspalten einen Abfluß da eröffneten, wo in Strudeln, Stromschwellen und Stromengen heute noch die Donau mühsam sich durchwindet. Die ungarischen Steppen bilden die große niederungarische Ebene (1000 □Meilen) und die kleine oberungarische (400 □Meilen). Diese letztere reicht von Preßburg bis Gran, greift buchtenartig in die Karpathenthäler ein und reicht im Süden bis zum Neusiedlersee, welchen man trocken zu legen versucht. Denn er liegt tiefer als der Fluß, kann also in diesen nicht abgeleitet werden. Mühsam schleppt sich die Donau weiter, indem sie sich in viele seichte Arme theilt und eine Menge von Inseln abgesetzt hat, die man große und kleine Schütt nennt, und die an Umfang manches deutsche Herzogthum übertreffen. Die Gebirge von Gran und Waizen trennen die beiden ungarischen Ebenen, von denen die große von Waizen bis Siebenbürgen, von den Karpathen bis Belgrad und Kroatien sich ausdehnt, in Windungen durchzogen von der Theiß, Samosch, Marosch, Bega u. s. w., welche ihre Umgebung alljährlich zu überschwemmen pflegen. Auf dieser Fläche wechseln Weizen-, Mais-, Raps- und Tabakfelder mit unabsehbaren Weiden, auf denen sich Pferde-, Rinder- und Schafheerden tummeln, Haufen von Trappen hocken, Reiher und Störche auf sumpfigen Wiesen oder am Rande von Sumpfseen stehen, in deren dichten Rohrwald Staare und Finken nisten, im Winter sich Wölfe bergen. Dazwischen ziehen sich weite Anschwellungen blendendweißen Sandes hin, oder nährt der magere Boden nur Thymian, wachsen vereinzelte Wachholdersträucher, welche den Krammetsvogel anlocken, denen wieder zur Herbstzeit der Bauer nachstellt. Manche Viehherden leben Sommer und Winter im Freien, bewacht von Hirten, die einen besonderen Stand bilden. Rings kein Baum, in der Ferne nur ragt ein Brunnenschwengel in den blaugrauen Horizont hinein, oder richtet sich das bemooste Dach einer einsamen Schenke auf, oder schimmern die weißen Wände der einfachen Wirthschaftsgebäude herüber aus weiter Ferne.

Die ungarischen Steppen erhalten dadurch malerische Schönheit, daß man im Hintergrunde schön geformte Berge sieht; diese fehlen den großen russischen Ebenen, welche dagegen zur Zeit

der Blüthe ein wallendes Meer von Tulpen, Narzissen, Hyazinthen, Resede u. s. w. sind. Die Russen nennen diese fruchtbaren Gebiete Schwarze Erde, auf welcher es aber ganz an Bäumen und Steinen fehlt und nur von Strecke zu Strecke in dem Blumenmeere ein Dorf mit armseligen Lehmhütten den Reisenden aufnimmt. Bebaute Felder umgeben es, Bäche schleichen langsam im tief eingegrabenen Bett dahin. Der fruchtbare Boden hat 1—20 Meter Tiefe und umfaßt 80 Millionen Hektaren, zeigt nirgends Spuren von Meereserzeugnissen, muß also uraltes Festland gewesen sein, welches die abgefallenen Blätter gedüngt haben. Die Schwarze Erde ist die Kornkammer Europa's, denn ihr Gebiet reicht von Kasan und Tula bis Taganrog, Odessa, Mohilew und Kiew und wird von langen schmalen Streifen weniger fruchtbaren Landes durchzogen, die wie Inseln im Kornmeere liegen. Die Inseln fruchtbaren Bodens, welche weiter im Süden vorkommen, tauchten aus dem Meere auf, tragen nur im Frühjahre frisches Grün, da die Sommersonne dieselben bald austrocknet, worauf die Heerden nach den Ufern des Don und Dnjepr als den Oasen der Steppe getrieben werden. Hier giebt es Quellwasser, und hier liegen die grünen Paradiese deutscher Kolonien, welche so angenehm von der Einförmigkeit der öden Steppe abstechen.

Weiter im Osten stehen die mageren Steppen Rußlands und der Tartarei unter dem Meeresspiegel, da sie zur Bodensenkung des Gebietes um den Kaspisee gehören. Es sind dies dürre Flächen beweglichen Sandes oder steinharten Lehmbodens oder Geröllablagerungen, welche hier und da von Schluchten durchsetzt sind, in denen sich etwas fruchtbare Erde angesammelt hat. Sie bedecken einen großen Theil Westsibiriens, streichen als steinige Einöden in die Tatarei hinein und breiten sich als breite salzbedeckte Flächen zwischen Wolga und Ural aus als vormaliger Meeresboden. Dort findet man die Wüste Narin, deren thonige und pflanzenlose Oberfläche von sandigen, grünenden Plateaus übersäet, von einer Dünenkette in der Richtung des Ural durchzogen ist. Dazwischen liegen grüne Niederungen als Weideplätze verborgen, welche von Nomaden aufgesucht werden. Nur weit entfernt gedeihen auf eng begrenztem Raume Gras und Blumen, doch kommen Heuschrecken oft hierher und verzehren

alles Grüne, selbst die Schilfgebüsche der Sümpfe bis an den Wasserspiegel.

Grauenhaft, berichtet Reclus, ist der Anblick dieser Steppen im Winter, wenn sie tief unter Schnee begraben liegen und der Sturm vom Eismeere her über diese Einöden fegt, dabei den Schnee in wilden Wirbeln und strudelnden Wogen durch die Luft treibt. Nicht minder abschreckend bleibt ihr Aussehen im Sommer, wenn die Sonne blendend niederscheint auf die endlosen Flächen weißen Sandes und röthlichen Lehmes, auf denen nur vereinzelt Binsen und Wolfmilchsstauden mit dunkelfarbigen Blättern wachsen. Das Land gleicht dann einer feuerfarbenen Fläche, in welche sich lange graue Linien einzeichnen. Nur auf schnellem Wagen pflegt man diese Einöde zu durcheilen, muß dabei oft Graben überspringen, welche die Gießbäche der Gewitter einrissen, oder einen Sumpf weißlichen, flockigen Wassers umkreisen, welches fahl durch Schilfwald blickt. In der Ferne verhüllt ein Randstreifen blutrothen Salzkrautes einen Salzsumpf, und plötzlich zeigen am fernen Horizont schwer herabhängende Wolken, die in langen Schichten über einander lagern, das Meeresufer an. Der Boden strahlt eine unerträgliche Hitze zurück. Zugleich treibt der Wind, wie angezogen vom Brennheerde der glühend heißen Steppe, Staubwirbel vor sich hin, und neben dem Wagen sieht man Bruchstücke vertrockneter Pflanzen zu Tausenden und Millionen aufstäuben, welche der Wind zusammenballt und als „Läufer der Steppen“ über den Boden hinschleift. Diese Ballen jagen und verfolgen einander und machen so tolle und weite Sprünge, daß man lebendige Wesen und einen Höllentanz zu sehen meint. Bei jeder Poststation hält man vor einer Hütte, die halb im Sande begraben liegt, sieht eine menschliche Gestalt mit wilden trotzigen Augen und wirr herabhängenden Haaren, erhält Vorspann und vertieft sich wieder in die Einöde der Wüste. Selten bemerkt man Filzkibitken der Kalmücken oder Kirgisen oder Grabhügel alter Helden, sieht auf Hundert Meilen nichts als die Radspuren im harten Lehm und vom Aralsee bis zum Ural, 500 Kilometer in grader Linie, existirt nur ein einziger Baum, eine Pappel mit ausgebreitetem Astwerk und weithin im trocknen Boden sich ausbreitenden Wurzeln. Um diesen Baum zu verehren, kommen die

Kirgisen von weit her und hängen dann ein Stück Kleidung an den Zweigen auf, wovon die Pappel den Namen „Baum mit den Lumpen" erhielt.

Die südsibirischen Steppen, bis zum Altai und Dsai-Sang-See reichend, werden oft von Ketten runder Hügel und Nadelholzhainen unterbrochen, welche hier und da den Horizont begrenzen und Abwechselung in die einförmige Landschaft bringen. Außer den Steppengräsern verschönern den Boden noch Kräuter und Gebüsche, und im Frühjahr sieht er weiß, roth, gelb und blau von blühenden Rosaceen, Tulpen, Geißklee u. s. w. Unmerklich sinkt die Steppe nach dem Eismeere zu den Sümpfen der Tundern herab, die fast das ganze Jahr unter Schnee begraben liegen. Schmilzt auf diesen gefrorenen Moräften der Schnee, so überziehn Moose und andre Sumpfpflanzen die breiigen unabsehbaren Strecken, die sich dann wie vollgesogene Schwämme aufblähen. Außer Rennthiermoos erblickt man keine Pflanzen auf dem tief gefrorenen Boden. Dann eilen zahlreiche Rennthierheerden hierher, die den Winter, dicht zusammengedrängt, in schirmenden Nadelwaldungen zubrachten, werden in kurzer Zeit fett, aber auch von Moskito's furchtbar geplagt, und kehren nach dem kurzen Sommer nach dem Gebirge zurück auf altgewohnten Wegen, wo ihnen die Eingeborenen auflauern, um sie massenweise niederzumetzeln.

Die europäischen Haiden gestatten Kultur und menschliche Niederlassungen, da sie Bienen und Schafe ernähren, hier und da mageren Ackerboden darbieten, Eichen- und Nadelgehölz aufkommen lassen, träge Bäche die Haide durchschleichen und Brunnen gegraben werden. Straßen und Kanäle durchziehen die Haiden, deren Boden man künstlich verbessert, Dünen befestigt, Sandflächen in Ackerland umwandelt. Wie Kohl und Neumann das Malerische der südrussischen Steppen naturgetreu schildern, so hat auch Masius der Haide eine poetische Seite abzugewinnen gesucht. Das duftende Haidekraut, die flimmernden Wellen der Sommerluft, die Einsamkeit ringsum, das Stillleben der Käfer und Lerchen hat etwas Ansprechendes, behaglich Stimmendes und Idyllisches.

Was man an der Nordseeküste und in Altbaiern Haide nennt — magre Sandstrecken mit vereinzelten Nadelholzwaldungen,

das heißt in Südwestfrankreich, besonders in der Gascogne, Landes, die sich am atlantischen Meere entlang ziehen und von Reclus genau beschrieben sind. Sie umfassen die Hälfte des Departements Gironde und den äußersten Winkel von Lot-Garonne — etwa 1 Million Hektaren —, waren früher Meeresboden, stiegen dann als Plateau von 50—60 Meter Höhe auf. Dieses neigt sich sanft nach Nordost zur Garone und Gironde, sinkt im Westen zu den Küstenseen, im Süden zum Adour herab und verläuft so gradlinig und eben, daß man beim Legen der Eisenbahn 45 Kilometer weit keinen Höhenunterschied bemerkte. Früher verbreitete sich von hier aus der Sand weiter ins Land und verschüttete nach und nach fruchtbare Felder, doch hat man ihm in neuster Zeit diese Eroberungen wieder entrissen, indem man die Haideflächen mit Fichten und andern Bäumen bepflanzte, um den Sand zu befestigen und hofft nach und nach diese Sumpf- und Sandwildnisse in Wald- und Kulturland umzuwandeln. Nur von den Weinbergen bei Bordeaux an bis zu den weiten Gefilden am Fuße der Pyrenäen kann man das alte Plateau in seiner ursprünglichen Gestalt noch sehen als unbewohnte Einöde mit duftigem Farrnkraut und rosenroth und grün schimmernden Haidepflanzen von 1—2 Meter Höhe, welche den Hintergrund des Horizontes wie ein Wald begrenzen. Dazwischen dehnen sich weite Strecken mit Ginsterarten aus, welche beim Blühen die Ebene mit einem Goldschleier bedecken. Am Rande der Fußwege dagegen wachsen Moose, Gras und Brombeersträucher, auf der schlammigen Oberfläche der Lagunen schwimmen Seerosen und schlummern Wasserpflanzen, auf dem Schlammboden der Pfützen stehen Binsengebüsche, und am fernen Horizonte zieht sich die bläulich-grüne Linie des Fichtenwaldes hin.

Weithin bedeckt weißer, feiner Sand den Boden, dazwischen liegen graue Flecken verwester Pflanzen, und an andern Stellen überzieht das Rostbraun eisenhaltigen Sandsteins die Erddecke. Denn das durchsickernde Regenwasser macht den Sand steinhart, und solche Steinbänke ragen dann, wenn sich die Haide zur Regenzeit in einen Sumpf verwandelt, wie Klippen hervor. Die Schäfer gehn daher stets auf Stelzen von einem Meter Höhe, um die Wasserstrecken zu durchschreiten, die sich oft so weit ausdehnen, als das Auge reicht. Aehnliche Haiden bilden die So-

logne und Brenne, die früher ein Forst von $1/2$ Millionen Hektaren waren, und die belgische Haide von Campine von 140,000 Hektaren, die man seit 1849 trocken legt und jährlich 1400 Hektaren Ackerland gewinnt.

Größer sind die Haiden Hollands und Norddeutschlands. Die holländischen 1,700,000 Hektaren sind zur Häfte Sandboden, stehn 15 Meter über dem Meere, und wenn man ihre Torfmoore durch Abzugskanäle entwässert, so kann man den Torf in Vierecke schneiden und als Brennmaterial verwenden. In warmen Sommertagen zünden die Bauern die Haufen über einander gelegter Torfstücken an, worauf bald Tausende von Hektaren in Brand gerathen. Dann treibt wohl der Nordwind den beißenden Rauch bis Süddeutschland und die Schweiz hinein als trocknen Nebel oder lästigen Höhenrauch, welcher die Atmosphäre gelb färbt und die Sonne verhüllt. Der gelbliche Sandboden ernährt nur kurze Haidepflanzen und wird von den einsickernden Pflanzenstoffen, namentlich vom Tannenharz, gefärbt, und der rostfarbene Tuff des Unterbodens, welcher die Baumwurzeln nicht eindringen läßt, verwandelt sich in festen Sandstein. In Jütland nennt man ihn Eisensand, den man auch unter den Mooren Englands, Schottlands und Irlands findet. Moore und Torflager besitzen auch Norwegen, Grönland, Island, die Alpen und Anden, da sie aus Moosen und Haidekraut unter gewissen Umständen entstehen. Doch scheint das Kapland, namentlich die Karu, die Heimat der Haidekräuter und Zwiebelgewächse zu sein, da sie sich dort am Vielartigsten und Großartigsten entwickeln, Haidekräuter gar Baumgröße erreichen und in wunderbarer Farbenpracht prangen.

Wüsten.

Parallel mit den Haiden, Steppen und Tundern schlingt sich in der Nähe des Aequators ein dürres Wüstenband um die Erde, von Westen nach Osten aufsteigend und gewissermaßen der schrägen Achsenstellung der Erde entsprechend. Dieser Ring wasser- und pflanzenloser Einöden dehnt sich von der Sahara über Arabien und Persien bis zur Mongolei aus und durchzieht Amerika. Er

ist ebenso unwirthlich wie die Tundern, wird aber trotzdem von zahlreichen Handelskarawanen durchzogen. Die Sonne brennt heiß auf diese Striche nieder, verzehrt den Boden zu Staub, und da umwallende Gebirge den Regenwolken den Zugang verwehren, die senkrecht aufsteigende Hitze die Wolkenansammlung hindert, so schwinden die Gewässer und sammeln sich unter dem Boden oder in Senkungen (Oasen), so daß das Land wasser-, regen- und pflanzenlos bleibt. In einer Diagonallinie steigen die Wüstenländer zwischen den Massen des Hochlands in Afrika und Asien empor nach Nordosten als Boden eines uralten Weltmeeres. Die Sahara ist 5000 Kilometer lang, 1000 Kilometer breit und als das heißeste Land der Erde der Hauptheerd der warmen Luftströmungen. Hier herrscht ein steter brennender Sommer, und nur selten fällt ein spärlicher Regen. Sie ist im Durchschnitt 500 Meter hoch, aber in sich vielfach gestaltet. Nach den Syrten reicht ein Streifen derselben wie eine Meerenge, der Chott Mel-N'ir, als Rest des uralten Mittelmeeres, denn er ist zwischen 1—2000 Meter hohen Sandstein- und Granitfelsen eingesenkt und nur 50 Meter höher als die Syrte. In der Mitte der Sahara erhebt sich das dunkle Dschebel Haggargebirge, dessen Hänge vom December bis März Schnee tragen, und in dessen Thalklüften Flüsse rauschen, die sich dann in Sandflächen verlieren. Diese gewaltige Bergmasse scheidet die ganze Wüste in die östlichen Einöden der Sahara und die westlichen der Sahel, und sie selbst setzt sich schräg gegen Tripolis in den Oasen Asben, Rat und Fezzan fort.

Die Sahel ist sehr sandig, daher voll Kies oder grobkörnigen Sand, dazwischen erheben sich Sanddünen als Bergketten, deren Masse dem Winde widersteht, welcher aber den leichteren Sand wie Meereswellen hin und her treibt oder als wandelnde Dünen in die Oasen führt, bis zu den Ufern des Niger und Senegal jagt und ihn am Meeresufer als die höchsten Dünen der Erde aufthürmt oder ins Meer treibt, welches dadurch viele Meilen weit seicht wird. Daher ereignen sich an diesen Sandbänken die meisten Schiffbrüche und waten die Küstenbewohner stundenweit hinaus, um gestrandete Schiffe auszuplündern. Unausgesetzt geht der Sandstrom durch die Wüste von Nordost nach Südwest, führt die zerbröckelten Reste der Syrtengebirge in die Sahel und

ins Meer, von wo sie durch Meeresströmungen zu den Syrten zurückgebracht werden.

Die Sahara ist nur zum kleineren Theile von Sand bedeckt, denn sie besteht vorzugsweise aus Stein- und Lehmplateaus, aus grauen oder rothgelben Bergmassen und zahlreichen Dünen, die unausgesetzt nach Westen oder Südwesten wandern. Die Felsenplateaus sind hier und da zerklüftet und diese Schlünde mit beweglichem Sande gefüllt, in welchen man zu versinken droht, wogegen in den Einsenkungen Salzseen und Salzstriche stehen. In grader Linie treten sich die Karawanen den Weg aus; verweht diesen der Sand, so dienen den Tuareks ferne Dünen, Gebüsche, Kamelgerippe u. s. w. als Wegweiser. Viele Strecken sind ganz kahl, andere ernähren kümmerlich dornige Mimosen und Disteln, und wenn hier Fliege und Floh vor Hitze sterben, so leben im Sande doch Skorpione, Ameisen, Eidechsen und Vipern. Die Wüste strahlt in weißem oder röthlichem Lichte und blendet die Augen, dagegen erscheinen alle Gegenstände in dunkler höllischer Färbung. Ergreift den Reisenden das Hirnfieber Ragle, so nehmen die Dinge um ihn her phantastische Gestalt an. Selbst um Gesunde gaukeln wunderbare Bilder von Palmenwäldern, Zelten, schattigen Bergen und funkelnden Wasserfällen. Weht ein heftiger Wind, so treibt er den feinen Sand durch die Kleider bis in die Haut, wo er sticht wie Nadeln. Man eilt, einen Brunnen zu erreichen; aber da quillt kein frisches Wasser, denn man findet nur elende Pfützen oder salpetrige Brunnen, die man mühsam in Niederungen eingegraben hat, und die gar oft austrocknen. Die Reisenden müssen sich daher meist mit dem matten, abschmeckenden Wasser begnügen, welches sie in Lederschläuchen mit sich führen am Kamelsattel, wo es den Tag über die heiße Sonne erwärmt, die kalte Nachtluft es wieder kühlt. Oft bedeckt sich des Nachts das Wasser der Pfützen mit einer Eisdecke, weil sich in der dunstlosen Luft die ausstrahlende Wärme verliert, die Temperatur oft um 80 Grad schwankt, der Boden friert und Reifniederschläge nicht selten sind. Was man sonst von den Schrecknissen der Wüste erzählt, sind unerwiesene Thatsachen. (Reclus.)

Auch von Oasen hat man falsche Vorstellungen. Sie entstehen, wo Wasser vorhanden ist, bestehen aus sandigen Strecken,

die dünn mit magrem Grase bewachsen sind, auch wohl Gemüse, Getreide und Südfrüchte erzeugen und als Paradiese nur dem Reisenden erscheinen, welcher aus der Wüste kommt. Ihren Bewohnern fristen sie ein kümmerliches Dasein. Um den Boden auszunutzen, bauen die Bewohner ihre Häuser auf unfruchtbares Land am Rand der Wüste und legen viel Bewässerungsgräben an, deren Ausdünstungen die Luft verderben, weshalb römische Kaiser Oasen als Verbannungsorte benutzten. Oasen nehmen etwa ein Drittel der Sahara ein, ziehn sich in langer Linie durch die Wüste und dienen den Karawanen als Rastort, wo sie sich aufs Nene verproviantiren, weshalb die Städte der Oasen zu Meßplätzen und Waarenniederlagen werden. Vorzugsweise wachsen hier Datteln — in Murzuk 37 Arten —, von denen Menschen, Hunde und Kamele leben, um deren Besitz man Kriege führt und sie vernichtet, wenn man den Feind verderben will. Es gedeihen aber auch Aprikosen, Pfirsiche, Orangen, Granatäpfel u. s. w., und das Baumgrün hebt sich gar lieblich vom blauen Himmel ab. Um diese Fruchtbäume schlingt sich auch wohl die Weinrebe empor, wogegen in deren Schatten Mais, Korn, Gerste und Klee reifen.

Früher scheint die Sahara wasserreicher gewesen zu sein als jetzt, denn noch zur Römerzeit war der Suf, der jetzt verschwunden ist, ein großer Fluß. Die Franzosen haben viel artesische Brunnen gegraben, in der Sahara von Constantine allein 83, die in der Minute 71,157 Liter Wasser geben und 125,000 Dattelpalmen tränken. Dadurch machen sie die Bewohner von sich abhängig und erobern Boden für Kultur und Ackerbau. Denn die Bewohner sind sorglos und legen bei Regenfällen keine ansammelnden Wasserbecken an. Dagegen zerstören heftige Regen die Kanäle und reißen Bäume nieder.

Im Osten Aegyptens setzt sich die Wüste bis zum Rothen Meere und nach Arabien fort, dessen Hochfläche meist mit Sand und Steinen bedeckt ist, und im Südosten, in Dahna, findet man Wüsten, die noch nie ein Mensch durchwandert hat. Im Norden und Osten breiten sich die Sandeinöden von Nefud aus, wo der Sand an manchen Stellen 100—150 Meter hoch liegt und lange Wellenberge bildet wie ein aufgeregtes Meer. Diese Sandwellen gehn parallel mit dem Meridian von Osten nach Westen —

vielleicht in Folge der Erdumdrehung, welcher die leichten Sandmassen nicht folgen können.

Auch der größte Theil des von Bergen umschlossenen Iran besteht aus trocknen Wüsten, weil die Regenwolken nicht über die Gebirge steigen. Hier überzieht eine Salzkruste als Ueberrest von Salzseen die Flächen, dort überkleidet beweglicher Sand weite Strecken und läßt sich vom Winde in Wirbeln hin und her treiben. Andre Gegenden sind mit röthlichen Bergen übersät, welche die Luftspiegelung bald in die Nähe, bald in die Ferne rückt und stets umgestaltet. Die Salzwüsten setzen sich jenseit des Elbrus bis in die Steppen Turkestans fort, die Wüsten nach Osten zu als kleinere, leicht bereisbare Striche von Afghanistan und Beludschistan bis zum Indus, dessen beide Ufer sie theilweise begleiten und zwischen jeden der fünf Flüsse des Pendschab einen sandigen Streifen einschieben, in dessen Boden sich die Bergflüsse verlieren, so daß nur an deren Ufer durch kostspielige Bewässerungskanäle Anbau möglich wird. Eine Wüste findet sich gar zwischen dem unteren Indus und mittleren Ganges.

Endlich übersteigen die Steppen und Wüsten die Hochalpen des Hindukusch und Himalaja, um sich auf den Flächen Hochasiens fortzusetzen. Den östlichen Theil derselben nennt man Gobi oder Schamo, d. h. Wüste, welcher ganz der Sahara gleicht. Zu den Luftspiegelungen, wandernden Dünen, Sandstürmen u. s. w. gesellen sich noch entsetzliche Schneestürme, da es hier bei 1500 Meter Höhe und der Nähe Sibiriens fast alle Nacht auch im Sommer friert, die Luft ungeheuer trocken ist und der Pflanzenwuchs fast ganz fehlt. Einige begraste Niederungen sind die einzigen Oasen in diesem weiten Raume. Von Kiächta bis Peking sieht man nur fünf Bäume auf einer Strecke von 800 Kilometer. Auch Gobi war vor Zeiten ein Meer, denn die Felsen sind von Wellen abgespülte und abgenagte Klippen und lange Strecken — ehemalige Golfe — von Rollkieseln bedeckt.

Auch Amerika hat im Norden wie im Süden seine Wüsten an der Weitseite zwischen Bergreihen, welche die Regenwolken abhalten. Es scheinen auch hier Mittelmeere große Räume geebnet und ausgewaschen zu haben. Zwischen den Felsengebirgen und der Sierra Nevada Californiens liegt westlich vom Utahsee

das Große Becken als nördlichste Wüste Amerika's, eine ungeheure Thonfläche mit magern Büschen von Beifuß oder ohne allen Pflanzenwuchs, hart wie eine Tenne und durchsetzt von zahllosen Riffen, die in fast regelmäßigen Polygonformen aufgesprungen sind. Da fließt kein Bach, rieselt keine Quelle, doch von Strecke zu Strecke bedeckt eine Kruste krystallinischen Salzes den Boden, und am fernen Horizonte zeigen sich vulkanische Felsen als große, halb von Wolken verschleierte Zacken, welche wie die Luft zu schwanken scheinen, die über der Flamme eines Kohlenfeuers ruht. Eine ungeheure Menge von seltsam gestalteten Eidechsen bewohnt diese Fläche, durch welche die Auswanderungsstraße und Eisenbahn zum Stillen Meere gehn. Tausende von Menschen und Thieren kommen hier vor Durst um, und ihre Gebeine dienen nun als Wegweiser. Des Nachts hält man daher an, um sich nicht zu verirren, wenn man die Knochengerippe nicht mehr unter dem Tritt der Reitthiere klappern hört.

Südlich von dieser Küste neben bachdurchrieselten Thälern findet man gleiche Einöden mit magrem Gebüsch oder dornigem Gesträuch, sonst aber pflanzenarmen, vor Zeiten aufgetauchten Meeresboden. Hier und da erheben sich in weiter Entfernung ungeheure Fackeldisteln von 15—20 Meter Höhe wie gleichmäßig behauene Säulen, welche den Umfang eines Menschenleibes erreichen. Die je zwei bis drei Zweige gehn in rechtem Winkel vom Stamme aus und strecken sich wagerecht wie die Arme eines Riesencandelabers aus. An den Kanten dieser seltsamen graugrünen Gewächse brechen Dornen hervor, und die ganze Pflanze, die halb Baum halb Steingebild zu sein scheint, verleiht der Landschaft einen bizarren Charakter. In manchen Gegenden kann man Hunderte von Kilometern gehn und zwar über Berge und durch Thäler, und wird nichts andres sehn als diese Säulen von Fackeldisteln, die erst in den Wüsten von Neu-Mexico und Arizona verschwinden. In der Wüste des Colorado, der an der californischen Küste mündet, fehlen diese Pflanzengebilde gleichfalls, denn diese sandigen und thonigen Flächen sind ohne Pflanzenwuchs. Geht hier des Abends die Sonne hinter röthlichen Bergen unter, und fallen ihre letzten Strahlen durch deren staubige Atmosphäre, so meint man, ein Feuermeer zu sehn und vergißt, daß diese Ebene vor Zeiten ein See war.

Die nordamerikanischen Einöden, hier und da von fruchtbaren Thälern unterbrochen, reichen bis in die Thalbecken des Rothen Flusses und des Arkansas, wo sie mit den Savannen zusammen treffen. Dagegen können sich in Mejico's Süden keine Wüsten entwickeln, weil die tropischen Regen bis hierher gehen. Baum- und graslose Strecken indeß findet man an Peru's Küsten südlich von Guayaquil, welche von den wolkenbringenden Passaten des atlantischen Meeres nicht erreicht werden. In Payta und andern Küstenstädten fällt oft in 5—20 Jahren kein Tropfen Wasser, weshalb auch die meisten Häuser der reichen Handelsstadt Iquique nur aus vier Wänden ohne Dach bestehen. Wo jedoch in den Thälern Schneewasser von den Anden herabrinnt und Bewässerungskanäle angelegt wurden, da findet man einiges Grün, auch fällt vom Mai bis Juli reichlicher Thau, so daß Cactus und Zwiebelgewächse gedeihen, und man nennt diese Zeit die Blüthezeit. Trotzdem verleihen die Handelsstäde, die Gärten derselben, die begrünten Hügel, die steilen Berghänge, die in Stufen bis zur Schneegrenze ansteigen, den Küsten einen belebten Charakter. Wirkliche Wüsten erscheinen erst in Süd-Peru und an den Grenzen von Bolivia und Chile zwischen dem Meere und den Anden, namentlich als die Pampas von Isloy und Tamarugal und die Wüste von Atacama.

Tamarugal — das Tamarindenland, weile diese Bäume in einigen feuchten Niederungen wachsen — liegt 900—1200 Meter hoch. Salzkrusten oder Steinbrüche bedecken einen großen Theil der Ebene. Diese Salzkrusten sind so dick, Regen so selten, daß die Arbeiter in Dorf Noria ihre Häuser aus Salzblöcken bauen. Noch größere Salzmassen findet man östlich auf höher gelegenen Plateaus. Die Pampa Sal am Vulkan Isluga liegt 4200 Meter hoch und ist in einer Länge von 400 Kilometer und in einer Breite von 15—20 Kilometer 12—30 Centimeter hoch ganz mit weißem Salz bedeckt. Selbst aus dem Thon und den Felsen schlägt Salz aus. Das Gebiet von Santa Rosa, bis 1827 ganz von Salz gereinigt, war nach 23 Jahren wieder ganz von weißem Salze überzogen.

Außerdem erzeugen diese Flächen, die Meeres- oder Salzseeboden müssen gewesen sein, auch Salpeter, Schwefel, kohlensaures Salz, Boraxsalz und Kalk, welche mit jedem Jahre an Menge

zunehmen. Die Stadt Iquique versorgt die halbe Welt mit Salpeter und unterstützt also das Kriegführen. Ein Indianer entdeckte in der Mitte des 18. Jahrhunderts diese Salpeterlager, als er ein Feuer anzündete und nun bemerkte, daß der Boden unter dem Feuer als Bach hervorfloß. Man untersuchte diese Stelle und bearbeitet seit 25 Jahren dieselbe sehr stark. Da der Salpeter nach Smith 1200 □Kilometer bedeckt und an manchen Stellen 3 Meter hoch steht, also etwa eine Masse von 63 Millionen Tonnen bildet, so enthält er einen Vorrath für 1393 Jahre.

Die wüsteste Gegend Südamerika's bildet die Einöde Atacama. Sie liegt zwischen dem Südseegestade und den Anden, zwischen Bolivia und den argentinischen Republiken als breites Plateau mit röthlichen Steinen, nacktem Thon und beweglichen halbmondförmigen Sanddünen. Niemand wagt sich in diese entsetzliche Wüste, und die Straßen von Bolivia nach Chile machen daher große Umwege, übersteigen sogar zweimal die Anden, um der Atacama auszuweichen. Nur Naturforscher haben sie besucht und untersucht und fanden große Massen von Salz, Salpeter und Guano, der sich zu Bergen anhäufte und jetzt als theuer bezahlter Artikel den Hauptreichthum der Republik ausmacht. Zur Goldquelle wurden die Auswurfsstoffe von Seevögeln, welche auch die Chincha-Inseln bei Callao bedecken. Dort liegen 12—15 Millionen Tonnen des besten Guano im Werth von eben so viel Millionen Reichsmark. Für dieses Geld könnte Peru ein großartiges Eisenbahnnetz herstellen und in jedem Dorfe eine Schule bauen. Aber bereits 1866 war die reiche Insel bis auf den nackten Felsboden ausgebeutet.

Plateaus oder Hochebenen.

Diese sind von großem Einflusse auf das Geschichtsleben der Völker, gewissermaßen die Urheimat der weltgeschichtlichen Völker gewesen. Tiefebenen eignen sich zum Ackerbau und begünstigen die Bildung von Priester- und Adelskasten, Hochebenen dagegen, im Allgemeinen weniger fruchtbar und je nach Erhebung und Breitengrad verschiedenartig in Betreff des Klimas, zwingen die Bevölkerung zur Arbeit, machen sie dadurch erfinderisch und

abgehärtet gegen Anstrengung, Entbehrung, Hitze und Kälte. Die frische Bergluft giebt Muth und Thatkraft, der Anblick der Berge erhebt das Gemüth, Gefahren machen kühn und entschlossen, und so wird denn der Bergbewohner gefürchteter Krieger, der siegreich hinabsteigt von seinen Bergen, um die in Luxus verweichlichten Völker der gesegneten Tiefebene auszuplündern und zu unterjochen. In den Tiefebenen werden die weltgeschichtlichen Schlachten geliefert, aber auf den Bergen wohnt die Freiheit.

Auch für das Leben der Erde haben Hochebenen maßgebende Wichtigkeit. Wenn die Erde vollkommen eben wäre, so würden die Winde deren Oberfläche gleichmäßig bestreichen, Regenwolken nirgends aufgehalten und zum Entladen gezwungen. Jede Zone hätte dann ihre unveränderlichen Winde und stets gleichmäßige Jahreszeiten; es würde aber der Quellen und Flüsse weniger geben, sich weniger Eis und Schnee zum Schmelzen ansammeln, Regen in jeder Zone gleichmäßig niederfallen und wegen Mangel an Abfluß sich zu Sümpfen und Morästen ansammeln. „Das Gleichgewicht der Naturkräfte würde eine allgemeine Stockung, Unveränderlichkeit und ein allgemeines Absterben zur Folge haben. Bei der steten Gleichheit blieben auch die Menschen im Urzustande, weil jede Verbesserung unmöglich ward. Die Wanderungen der Völker, die eine neue Heimat suchen, würden nicht statt finden, weil sie überall dasselbe sehn und erleben müßten. Die Civilisation bliebe unmöglich, dagegen würden sich Krokodile und andre Schlammthiere sehr wohl fühlen und die Erde vorzugsweise bevölkern."

Da die Hochebenen eine wohlthuende Verschiedenheit des Klimas in einem und demselben Lande bewirken, so erzeugen sie Vielartigkeit der Producte, Vielseitigkeit der menschlichen Beschäftigung und Lebensweise, veranlassen Verkehr für Waaren- und Gedankenaustausch.

Hochebenen folgen der Richtung der Gebirge und der Hebungslinie weiter Erdstrecken, tragen oft Berge und Gebirgszüge auf ihrer Fläche, welche sehr uneben sein kann, sind von Senkungen und Schluchten durchbrochen und sammeln in tieferen Becken Wasser zu Seen an. Um den Aequator herum nehmen die Länder an Höhe zu, weil sich jedenfalls bei der Erdumdrehung die unter dem Aequator am schnellsten bewegenden Erdmassen

anhäuften und anschwollen. Unter dem Wendekreis des Krebses gleicht die Höhe der Plateaus im Allgemeinen derjenigen der gemäßigten Klimas, welche wieder denen der Polarzone ähnlich sind, weshalb in jedem Lande die Temperatur je nach den Hoch- und Tiefebenen sich ändert, manche Hochländer gar alle Klimas in sich vereinigen. Die Plateaus erscheinen wie Festländer, die sich über Tiefebenen erheben, regieren Windrichtungen und Wolkenentladungen, nähren Bäche und Flüsse und mischen Pflanzen-, Thier- und Menschenarten, um sie zu dem besondern Ganzen einer Hochlandschaft zu vereinigen. Jeder Erdtheil hat in Betreff der Hochebenen seine Besonderheit.

In Innerasien kann man die Hochflächen als das Gerippe des ganzen Erdtheils betrachten. Sie wirkten bestimmend auch auf die Geschichte der übrigen Erdtheile ein. Doch haben sie den Mangel, daß sie ihre Flüsse nicht zum Meere führen, sondern in Binnenseen münden lassen, also das Binnenland nicht mit der Küste und der Außenwelt in Verbindung bringen und den Verkehr mit Nachbarländern erschweren. Da nun gar steil abfallende Randgebirge und Hochalpen diese 6—10,000 F. hoch schwebenden Hochflächen umrahmen, so beschränken sie ihre Bewohner einseitig auf sich selbst, die sich in ihre Zustände so einleben, daß sie innerhalb derselben geistig erstarren und im Althergebrachten ihre Kultur versteinern lassen. Auch macht die geringe Verschiedenheit der Producte die Bevölkerung einseitig in Ansichten und Bestrebungen. In dem 15,900 F. hohen Großtibet z. B. wachsen nur Gerste und Korn, in Hlassa kommt der Wein noch fort, weshalb dieses Land bei den Chinesen Reich der Wonne heißt; aber selten nur sieht man Bäume, weit und breit dehnt sich einförmige Grassteppe aus als Weideplatz für Rinder, Ziegen und Schafe, und dazwischen schimmern boraxhaltige Seen auf. „Im Sommer ist die Luft heiß, durchsichtig und schwarzblau, und des Nachts glänzen die Sterne wie kleine Sonnen. Klein- oder Südtibet dagegen hat nackte, düstre Bergeinöden ohne Strauch und duldet nur an wenig Stellen kurzes Gras. Im October verschwindet auch dies, schneidende Winde wehen heftig, heulen zwischen nackten Felsen, wirbeln Schnee auf und bedrohen das Leben der Reisenden. Angenehmer ist es in Yarkand und Khotan, wo aber die Flüsse trotzdem drei Monate gefroren bleiben. Selbst die Mongolei

hat grimmig kalte Winter, da sie den Nordwinden offen steht und kein Monat ohne Frost und Schnee vergeht. (Sommerville.)

Die Mongolei, Heimat der Kulturzerstörer, liegt zwischen den Hochgebirgen Karakorum und Künlün im Süden, dem Bolor im Westen, dem Thian-schan, Altai und Daurischen Gebirgen im Norden und den Bergeinöden der großen Wüste so wie der chinesischen Gebirge im Osten, gleicht an Umfang fast Europa, und ist eine ungeheure Felsenfestung. Kein Eroberer wagte ihre Wildnisse zu betreten, die nur magre Weideplätze bieten und nur in den Thälern Anbau und Städteleben dulden. Nur im Nordwesten, zwischen Altai und Thian-schan, findet man tiefe Einschnitte, welche den Reiterschaaren der Mongolen als Ausfallthore dienten, und nach deren Besitz jetzt die Russen trachten, um sich den Weg nach Peking zu eröffnen.

An das große Bergviereck Hochasiens schließt sich das kleinere, bergumschlossene Hochland von Iran an, welches 4—6000 F. Höhe hat, und zum Theil von Sand- und Salzwüsten bedeckt ist. Nur in den bewässerten Thälern der westlichen Randgebirge und in den Niederungen der nach Osten gerichteten Flußthäler findet man jene Paradiese, von denen orientalische und europäische Dichter singen. Iran besitzt viel Aus- und Zugangsthore, welche zu Kriegszügen in die Nachbarländer einladen, aber auch siegreichen Feinden die Wege in das Innere des Landes öffnen. Dann liegen fruchtbare Niederungsländer zu Füßen der Hochflächen und locken die rüstigen Bergvölker hinab, um jene zu erobern. Iran ist aber auch das Durchzugsland nach dem Indus, und senkt sich nach Norden zur Tatarei und gegen Turkestan, wie die Hochebene Armeniens nach dem Schwarzen Meere und Kleinasien führt.

Hier in der Nähe der Gebirgsknoten des Hindukusch, wo die beiden Diagonalen der Hoch- und Tiefländer Asiens sich kreuzen und Adam im Paradiese sich der Glückseligkeit des Nichtwissens erfreut haben soll, wo die Hochländer Ost- und Mittelasiens sich verbinden, sucht man die Urheimat der arisch-semitischen Völker. Von hier gingen ihr Auf- und Abfluthen, ihre Wanderungen, Eroberungskriege, Welthandel, Religionen, Sprachen, Staatenbildungen mit Kasten, Ackerbau, Viehzucht u. s. w. aus. Hierher verlegen Götter- und Heldensagen den Schauplatz der

Thaten, hier tragen Berge und Flüsse noch geheiligte Namen von hier nahmen auswandernde Stämme die Urwörter der Gesammtsprache mit als Erinnerungen an die alte Heimat. Hier wohnte das räthselhafte Zendvolk, welches später als Perser weltgeschichtlich ward, hier schwärmten skythische Reiterhorden umher als Urväter der germanischen und slavischen Stämme, von hier wanderte Abraham hinab nach Mesopotamien, hier grenzte der sagenberühmte Kaukasus an, hier erlagen zuerst die römischen Adler vor den streitbaren Bergvölkern, und hier grenzt das kleinasiatische Hochland an, von wo aus Griechenland die Anfänge, seiner Kultur empfing, wo Troja und der Götterberg standen, Alexander seine weltgeschichtlichen Thaten vollbrachte.

Die europäischen Plateaus zeigen eine gewisse Regelmäßigkeit; sie liegen in der Mitte dieses Erdtheiles und sind auf der einen Seite stets von einer Gebirgskette begrenzt. Die Hochebene Spanien, etwa 600 Meter hoch, wird von Gebirgen in Nebenplateaus getheilt und lehnt sich an den Gebirgswall der Pyrenäen an. Im Süden umschließt es das hohe Schneegebirge, im Osten der steile Absturz des iberischen Gebirges, und tiefe Einschnitte machen die Flußthäler des Ebro und Guadalquivir, wogegen die übrigen Flüsse der Neigung des Landes von Osten nach Westen folgen und die Quergebirge in Stromschnellen durchschneiden. Spanien bildet eine in sich abgeschlossene Welt, aus welcher es Karl V. gewaltsam herausriß, ohne aber bleibenden Erfolg zu erzielen.

In der Mitte Europa's und am Nordfuße der Alpen liegen die Hochebenen Baierns und Schwabens, weiter im Osten die der Balkanhalbinsel, welche durch sich kreuzende Bergzüge in kesselartige Quadrate zerlegt wird und daher Vielartigkeit der Sprachen und Stämme begünstigt. Diese drei Hochflächen folgen also dem Gebirgszuge, der sich vom biscayischen Meerbusen bis zum ägeischen Meere ausdehnt. Die mittlere Doppelhochebene liegt im Norden des Gebirgssystems, die beiden andern in dessen Süden als Eckhochländer. Alle haben ihre Vorgebirge, Verzweigungen ins Tiefland hinein, Längsthäler und Stromdurchbrüche, stehen also mit den Nachbarländern in Verbindung. Ihre Seen haben Abfluß, und gute Straßen machen die Hochländer von allen Seiten her zugänglich. Kleinere Hochebenen findet man im

Jura, wo sie von Flüssen so regelmäßig durch- und ausgeschnitten sind, wie wenn man sie mit Schwertstreichen gespalten hätte.

Vereinsamt und schwer zugänglich wegen des Klimas und der Ungastlichkeit der Bewohner sind die Hochebenen Afrika's, von denen das Kapland in Stufen an 2000 Meter bis zum Orangeflusse steigt und sich dann nach der Wüste Kalahari und dem Ngamisee senkt. Um die Nilquellen herum mag die Seenmulde Binnenafrika's 1200—1500 Meter hoch sein, die Hochebenen Algeriens und Marokko's etwa 1000 Meter messen. Das merkwürdigste Hochland ist das an Tafelbergen reiche Abessinien, welches eine Erhebung von 2500—3000 Meter erreicht, steil nach dem Rothen Meere zu abfällt, sich dagegen sanft nach dem Nillande neigt. Von diesem Fluß aus ist Afrika am zugänglichsten, weshalb schon in uralten Zeiten von hier aus Handelsstraßen nach dem Tieflande des Niger gingen, und man sogar von hier aus die Wege nach dem binnenafrikanischen Hochlande gesucht hat.

Auf allen Gebirgen Amerika's liegen kleine Plateaus, die hohen und ausgedehnten dagegen auf dem Rücken der Anden, wo sie von hohen Randgebirgen umgeben sind und große Kaiserreiche sich hier bildeten. In Peru und Mexico wiederholte sich das Kastenwesen eines Priester- und Kriegeradels, wie es sich in Mesopotamien und Egypten entwickelt hatte. Das große Becken von Utah, umstarrt von den Gebirgswällen der Felsengebirge und der Sierra Nevada, bildet den Hauptscheitel des Felsengerüstes von Nordamerika, und südlich davon, zwischen Gebirgen und umkreist von Thälern und Schluchten, liegen die Hochebenen von Neu-Mexico, Arizona, Chihuahua, Sonora und wie eine Citadelle das Hochland Anahuac mit den Vulkanriesen Popocatepetl und Orizaba. Wie ein Wallgraben umgiebt es das Tiefland Tehuantepec im Süden, wogegen es auf zwei Seiten von Meeren flankirt wird, zu denen das Hochland in Terrassen herabsteigt. Nur wenig öffnen den Weg nach dem Meere, dagegen durchziehen Schluchten und Spalten wie Laufgräben das Land, von welchem aus Azteken und Spanier weite Gebiete zu beherrschen vermochten.

Aehnliche Burgen von 1000—4000 Meter Höhe liegen auf den Anden Südamerika's, von denen aus die Incas weit und breit Küsten und Thäler der Gebirgsabhänge beherrschten, indem

sie, wie die Azteken, auf der schwer zugänglichen Hochebene wohlbefestigte steinerne Städte und Landstraßen mit Brücken und Einkehrhäusern anlegten. Von hier aus theilen sich bei einem Gebirgsknoten die Anden in 2—3 Ketten, welche sich von Strecke zu Strecke wieder vereinigen, hügelige und bergige Mulden einschließen und sich endlich nach drei Richtungen zerstreuen. In Columbien heißen die einzelnen Hochflächen Pasto Antioquia, Cundinamarca und Caracas, weiter nach Süden folgen Quito, Cerro de Pasto, Cuzco, Titicaca. Westlich umgrenzt sie die Hochebene Atacama und Cuyo, östlich dehnen sich die argentinischen Pampas aus. Von ihnen ist nur die Hochebene von Titicaca ganz von Bergen eingeschlossen, gestattet daher den Flüssen keinen Ausweg und liegt dabei, gewissermaßen als Gegenstücke zu Utah, 4000 Meter hoch. Der Utah- und Titicacasee bleiben daher von allem Verkehr ausgeschlossen, da die umwallenden Gebirge schwer zu übersteigen sind. Am Utahsee fanden die Mormonen daher Sicherheit gegen die Freistaaten, denen die mormonische Freiheit unerträglich schien. Auf den abgeschlossenen Hochthälern und Hochländern der Azteken und der Peruaner konnte sich eine eigenthümliche Kultur, Religion und Staatsverfassung ungestört entwickeln, die es in mancher Beziehung weiter gebracht hat als die der fanatischen Spanier, welche dieselben gewaltsam zerstörten, die Bevölkerung zum Theil ausrotteten, und dann, da sie an Mord und Gewalt gewöhnt waren, über sich herfielen, um sich in stetem Bürgerkriege zu befehden.

Gebirgsthäler, Thalkessel und Bergzerstörung.

Noch ist die Frage nicht entschieden, ob alle oder welche Thäler mit dem Berge in Folge der Zusammenziehung und Verschiebung seiner Felsschichten entstanden, oder welche durch Auswaschungen, also durch Regen, Schnee, Bäche und Gletscher sich bildeten, oder welche endlich die schnellere oder langsamere Verwitterung bloß gelegter Schichten schuf. Längenthäler als Faltungen zwischen zwei Gebirgsreihen sind jedenfalls uralt und mit den Gebirgen entstanden, wenn auch Flüsse, Ueberschwemmungen und Verwitterung sie erweiterten, welche hier Massen wegnahmen,

dort anhäuften. Ein solches Urthal ist z. B. die tiefe Einsenkung zwischen Jungfrau und Finsteraarhorn, zwischen Montblanc und Monte Rosa. Da die Einsenkung des Genfersees bis nahe zum Meeresspiegel reicht, so muß sie so alt sein wie Jura und Alpen. Auch entstanden gewisse Querthäler als tiefgehende Risse mit den Bergzügen, z. B. Engadin in Graubünden, das bis zum Fuß der Maloggia 1810 Meter aufsteigt, über welchem sich dann der Berninagipfel 2240 Meter hoch erhebt. In Neu-Seeland liegt ein 485 Meter hohes Querthal zwischen 2400—3000 Meter hohen Bergen.

Manche Thäler (Pyrenäen, Jura, Kalkalpen) winden sich zwischen Bergen hin und an ihnen empor und nehmen nach einem gewissen Rhythmus von rechts und links Seitenthäler auf, die sich wieder verzweigen, wobei sie sich wiederholt einschnüren oder erweitern. Der lange Kanal des Bosporus besteht aus einem Wechsel solcher Windungen und größerer Wasserbecken. Bestehn die Seitenwände aus gleichem Gestein, so bewahren sie eine gewisse Gleichmäßigkeit, bei ungleicher Steinart aber wird die weichere ausgewaschen, und es entstehn Wasserbecken, die sich durch Querklippen scheiden, und über welche das Wasser in einen tieferen Kessel stürzt. Dies wiederholt sich so oft, bis das Wasser in der Ebene gleichen Abzug findet. Manche dieser Kessel werden endlich wasserlos und erzeugen Gras und Kräuter. Solcher über einander liegenden Thalkessel, die durch eine Spalte mit einander verbunden sind, findet man viel in den Pyrenäen und Alpen; im obern Iserethal wechseln sie oft mit finstern Schlünden, und in dem Thal des Var schneiden die Thäler so tief, schmal und senkrecht in die Felswand ein, daß diese überhängt und schauerliche finstre Schluchten bildet, die um so tieferen Eindruck machen, wenn man von den Villen und Olivenbergen des lieblichen Mittelmeerufers kommt. In Mexico und den Felsengebirgen nennt man solche Thalschluchten Kanäle (cañons), die oft mehrere Hundert Meter tief zwischen steil abgeschnittenen Felswänden liegen, von Katarakten und Stromschnellen durchbraust werden oder ganz seicht sind. Die Cañons des Colorado messen 480 Kilometer in der Länge, und ihre Wände sind oft 1000—1800 Meter hoch.

Alle Hochthäler nehmen ihren Ursprung in einem mehr

oder minder großen Kessel von kreis- oder eirunder Form, der oft einen großartigen Anblick gewährt. Besonders großartig sind die Ouls in den Kalkbergen von Marboré. In den einsamen Pyrenäenthäler, wo sich die großartigsten Gebirgspanoramen oft in einzelnen Stellen vereinigt finden, findet man auch hochromantische Hochthäler mit bachdurchflossenen Grasweiden, 500 bis 900 Meter senkrecht aufsteigenden Felswänden mit ungeheuren Staffeln und Becken, in denen ganze Volksstämme wohnen, große Heere lagern könnten. Dazwischen donnern rechts und links Wasserfälle nieder, deren Dunst wie ein Schleier um die Lawinen schwebt, während Schnee blendend auf dem Gipfel liegt.

Die vielbesprochenen Gebirgspässe sind entweder uralte Einsenkungen der Gebirgskämme zwischen abgerundeten Bergen, oder von Schnee und Wasser nach und nach ausgewaschene Spalten zwischen senkrechten Wänden, oder Engpässe zwischen Bergpyramiden, oder aber schmale Pforten zwischen benachbarten Thälern, Scharten und Durchbrüche, die man mit Hacke und Pulver geschaffen hat. Sie haben daher verschiedenes Aussehn und verschiedene Höhe. In den Alpen erreichen sie die Hälfte der Berghöhe, in den Pyrenäen zwei Dritttheile, auf den Anden und in Hochasien liegen sie fast eine Meile hoch. Uebrigens ist der Massengehalt der Hochgebirge im Verhältniß zum Ganzen nicht groß. Die Oezthaler Alpen, gleichmäßig über Europa vertheilt, würden es um 61 Centimeter erhöhen, die Alpen um 6 Meter, die Pyrenäen Frankreich um 3 Meter.

Unaufhörlich arbeiten Luft und Wasser an der Zerstörung der Gebirge, zernagen und zersetzen deren Wände und Gipfel, graben Bachrinnen, Schluchten, Thäler und Kessel aus, die sich in unzählbaren Rinnen und Furchen über den Bau des Berges ausbreiten und im Laufe der Jahrtausende alle Höhen erniedrigen, um deren Trümmer im Meere zu begraben. Großartigere Verwüstungen richten Lawinen und Gletscher an, wenn sie verheerend in fruchtbare Thäler niedergehn, sie mit Steintrümmern bedecken, unter herabgleitenden Felswänden Dörfer und Städte begraben. Bergstürze gehören daher zu den furchtbarsten Erscheinungen der Hochgebirge, wenn steil aufgerichtete oder überhängende Felsmassen plötzlich zusammen brechen, Steinstrudel und Steintrümmer unter furchtbarem Getöse ins Thal niederprasseln, Staubwolken empor-

wirbeln und Dunkelheit verbreiten. Sind diese Wolken vorüber, dann sieht man weithin nichts als wüste Steinhaufen und wirr durcheinander gewürfelte Steinblöcke, wie man solche Scenen oft in den Alpen und Pyrenäen erlebt hat. Kornfelder und wohlgepflegte Weiden liegen unter einem Chaos von Steinen begraben, ja als im 4. Jahrhundert die Stadt Velleja durch einen Bergsturz verschüttet ward, kamen viele Menschen dabei elendiglich ums Leben. Im Jahre 563 v. Chr. ward die römische Stadt Tauretunum am Genfersee von einem Bergsturz zerstört, und ein Zipfel seiner Steinmasse ragt heute noch als Vorgebirge 160 Meter weit in den Genfersee hinein. Aufgeregt von der Steinfluth, erhob sich ein ungeheurer Wasserstrudel, stürzte über die Ufer, fegte alle Häuser an demselben hinweg, bedeckte einen Theil Genfs mit Wasser und riß die Rhonebrücken hinweg. Im Jahre 1248 zertrümmerte eine niederstürzende Bergwand bei Chambery vier Dörfer im Thal des Mont Grenier, und aus den Fruchtfeldern wurden kleine Seen. Ein Bergsturz des Monte Conto begrub 1818 das Dorf Plürs mit 2900 Einwohner, 1714 und 1749 bedeckten zwei niederstürzende Gipfel der Diablerets 100 □Meter Land, sperrten den Fluß und theilten ihn in drei Seen. Aehnliches geschah am Bernina, Rigi, Dent du Midi und Dent de Mayen, und 1806 verschüttete der Roßberg, der im Norden des Rigi zwischen drei Seen stand, das Dorf Rotten, da langer Regen sein Conglomeratlager schlüpfrig gemacht und gelockert hatte. Die Lehmmassen waren zu Brei geworden, so daß die auflagernden Felsmassen ihre Stützen verloren. Sie glitten langsam herab, schoben ungeheure Erd- und Steinmassen vor sich her und brachen dann mit Einem Schlage nieder mit den Wäldern, Matten, Sennhütten, Heerden und Hütten, die sich auf dem Berghange befanden. Feuerflammen schlugen aus den zusammenprallenden Felsmassen hervor, die Wässer wurden zu Dampf und schleuderten Steine und Schlamm umher. Die reizenden Gefilde von Goldau und vier andern Dörfern sammt ihren 1000 Bewohnern wurden lebendig begraben, der See Lowenz zum Theil mit Trümmern angefüllt, und die wilden Wasserwogen fegten alle Häuser vom Ufer weg. Dieser Sturz kam so schnell, daß er Vögel in der Luft tödtete. Es waren 40 Millionen Kubikmeter Bergmasse niedergestürzt.

Berge und Bergspitzen.

Schon in uralten Zeiten erwiesen die Menschen manchen Bergspitzen göttliche Verehrung. Apollo wohnte auf dem Parnaß, die Götter auf dem Olymp und Ida, Odin auf Asaheim, indische und chinesische Götter auf Bergen, japanesische gar in Vulkanen. Auf dem Adamspic auf Ceilon, welchen Andächtige bis zur hölzernen Kapelle auf einer Leiter erstiegen, wohnten Götter, hierher floh Adam aus dem Paradiese, hier drückte Brahma seinen Fuß tief ein, ehe er in den Himmel stieg. Auf dem Ararat blieb Noahs Arche stehn, am Kaukasus ward Prometheus angeschmiedet, und unter dem Aetna liegen die Titanen. Jetzt machen es Alpenclubbs zur Aufgabe, Bergriesen zu erklimmen, dort den Namen des Ersteigers in den Felsen einzuritzen, eine Fahne oder einen Steinhaufen zu errichten und dadurch zur Berühmtheit zu werden.

Berge und Bergspitzen erregen gar verschiedenes Interesse. Der Geologe studirt ihren Bau, Schichtung und Art der Bestandtheile, unterscheidet Bergketten und Massengebirge, pfeilerartig sich anlehnende Querjoche u. s. w. Der Naturfreund freut sich Vielheit der Formen, Farben und Contraste des Gebirges. „Es ist weniger die Höhe, welche den Bergen Majestät und Schönheit verleiht, als vielmehr die Faltungen und Einbiegungen der Gesteinsschichten, die an ihren Hängen ausgehöhlten Rundthäler, die klaffenden Thalengen und schroffen Schlünde, und die lang am Gebirgsfuße sich hinwindenden Längenthäler, welche durch ihre Contraste die Schönheit des Gebirges ausmachen. Es entsteht eine Vielartigkeit der Umrisse, der Berg erscheint wie vom Bildhauermeisel ausgearbeitet, nicht mehr wie ein ungeheurer Felsklumpen, sondern mit Zügen individuellen Lebens versehen, welche die Härte und Rauhigkeit des Ganzen mildern. Je nachdem diese Charakterzüge tiefer und breiter in die Physiognomie des Berges eingegraben sind, erhalten sie selbst besondre Namen: Schluchten, Klüfte, Schlünde, Thalspalten, Circus, Thal, Kessel, Abgrund u. s. w.“

Reisende lieben im Gebirge die Freiheit, die frische Luft, die Kräftigung der Muskeln und Erheiterung des Geistes. „Der Eisenbahnreisende wird wie ein abgewogenes und nach Pfunden

geschätztes Packet, mit einer Adresse versehen, in den Waggon geschoben und zur bestimmten Stunde expedirt. Der Gebirgsreisende dagegen ist sein eigner Herr, verweilt, wo es ihm behagt, muß auf Alles achten, um Gefahren zu vermeiden, gewinnt Selbstvertrauen und nimmt angenehme Erinnerungen an bestandene Abenteuer, entzückende Aussichten und großartige Eindrücke mit, wenn er in seine heimathliche Ebene zurückkehrt. Dabei gewinnt er aus eigner Anschauung Kenntnisse vom Naturleben, wie es sich im Großen gestaltet. Er betrachtet die Auswaschungen durch Schnee und Gewässer, beobachtet den Gang und die Werke der Gletscher, sieht Blöcke von den Berggipfeln niedersteigen ins Thal, studirt die Gesteinsschichten, sieht vom Berggipfel herab Gebirge und Ebene wie eine Landkarte vor sich ausgebreitet und liest aus alle dem die Geschichte der Erde, die ihm berichtet, was vor Millionen von Jahren hier geschah. Mitten in der großen Natur fühlt er seine Winzigkeit und Schwäche, und doch erheben ihn Geistes- und Willenskraft über die Naturkräfte.

„Auf das menschliche Gemüth machen Berge einen erhebenden Eindruck durch die Erhabenheit ihrer Gestalt, welche sich in kühnen Umrissen am blauen Himmel abzeichnet, durch die Wolkenhüllen, welche sich um Felsen und Wälder legen, durch den steten Wechsel von Licht und Schatten, durch die verschlungenen Linien der Schluchten, Kämme und Vorsprünge. Jeder Berg hat seine besondre Schönheit, sein eignes Leben, bildet eine Besonderheit mit seinen Felszacken, Bäumen, Quellen, Thieren u. s. w., die er ernährt, beherbergt und schützt. Er erscheint wie ein Held, der sich auf seine Kraft verläßt, mit Wind und Wetter, Donner und Blitz ringt, und verächtlich auf die kleine Menschenwelt mit ihren Begierden, Gehässigkeiten und Kleinlichkeiten herabschaut, derentwegen sie sich plagt und verfolgt. Von hohen Bergen überschaut man mit einem Blick alle Klimas und Zonen der Erde, denn an ihren Abhängen liegen Städte und Dörfer, Fruchtfelder und Weiden, Wälder und Felseinöden, Wasserbäche und Schneemassen, und das Früh- und Abendlicht umspielt sie mit wunderbaren Farbenspielen. Am Großartigsten aber erscheinen sie, wenn sie in den Duftschimmer einer mondhellen Nacht hineinragen wie dunkle Riesengestalten, wenn wunderbar melodisches Brausen und Summen wie ein fern verhallender Chorgesang

durch die Waldwipfel zieht, wie wenn eine andächtige Gemeinde unsichtbar ihre heiligen Gesänge sanft und leise ertönen ließe." (Reclus.)

Die Umwohner der Gebirge haben für dieselben und besonders für die Bergspitzen ein scharfes Auge und für jede Eigenthümlichkeit ein besonderes Wort, welches der Flachländer nicht versteht und nicht übersetzen kann. Nur Manche haben die gelehrten Fachmänner in ihre Wissenschaftssprache aufgenommen. Alpen heißen Schneeberge, carnische Alpen sind zertrümmerte Gebirge, gracchische aber öde Steinwüsteneien. Hohe, Alles überragende steilwandige Gipfel heißen Brec oder Bric, wie der Monte Viso solche besitzt. Denn an der Nordseite vom oberen Thale des Guil ab erheben sich schwarze, von Lawinen gestreifte Abhänge, dann der Thurm mit senkrechten Wänden und die abgestumpfte Spitze mit ihrer Schneedecke. Diese unersteiglich scheinende Terrasse, welche die Spitze Valanti und den Nebengipfel Visoletta hoch überragt, ist der Bric. In der Dauphiné heißen die Bergkegel, welche andre an Masse übertreffen, Pelv (Pelvoux, Pelvas, Pelvo) und die höchsten Gipfel der Pyrenäenkämme nannten die Iberier Tüc oder Trüc, wie in der Gascogne noch die Dünenspitzen heißen. Pic bezeichnet schwer zu ersteigende Berge mit langen schrägen Seitenwänden und breitem Grundstock. Sehr steile Berggipfel heißen Nadel, in Savoyen und der französischen Schweiz aber Zahn (dent), in der Mittelschweiz Horn oder Corne, in Tirol Kogel. Sie sind weniger spitz und etwas am Gipfel gerundet. Zahlreich erheben sich auf den Alpenkämmen die vierseitigen Pyramiden der Caires, wogegen kubischgeformte Bergspitzen Thurm heißen, die oft in Kalk- und Sandsteingebirgen vorkommen, steile Wände und schneebedeckte Oberfläche haben. Kuppelartige Gipfel heißen Dom (Montblanc), oben abgeplattete Kulm (Rigi), die flaschenartig angeschwollenen des Wasgaus und Schwarzwaldes Belchen (Ballon) mit breitem Fuß und sanft geneigten Hängen. Ein ausgezahnter Bergrücken erhält den Namen Kamm, in Spanien und Südamerika Serra oder Sierra, und Puy heißen in Südfrankreich die Vorsprünge und Spitzen der Kämme. Dachartig zulaufende Gipfel oder solche mit mauerartigen Wänden entbehren eines besondern Namens.

Weil die Gebirge und ihre Spitzen hoch emporragen, so

nimmt mit der Höhe auch die Kälte zu, bis endlich ewiger Schnee die höchsten Gipfel deckt. Je nach den kalten oder warmen Luftströmungen, denen die Bergseiten ausgesetzt sind, steht auf der einen Seite die Schneegrenze höher oder niedriger als auf der andern. Die auffallenden Sonnenstrahlen haben mehr Kraft an den Bergen als in der Ebene, weshalb Gebirgsblumen duftiger sind und lebhaftere Farben haben. Wegen der dünnen Luftschichten entsteht auf Bergen größere Kälte, denn die Luft läßt die Lichtstrahlen leichter durch als die dunkeln Wärmestrahlen, und diese können wieder des Nachts nicht zurückstrahlen. Die unteren Wolkenschichten der Atmosphäre wirken wie Schirme, halten die ausstrahlende Wärme der Erdoberfläche zurück, weshalb hochliegende Gegenden kalt bleiben und sich daher mit Eis und Schnee bedecken. Bei bedecktem Himmel und ruhiger Luft fällt im Durchschnitt das Thermometer um einen Grad, und das Sinken nimmt bei 9000 Meter schneller zu.

Diese Kälte macht die Bergspitzen unbewohnbar. Die größte Höhe, welche ein Mensch (Schlagintweit) erklimmte, war der Gipfel des Ibi-Ganin in Großtibet (6720 Meter), dagegen stieg Glaischer im Luftballon 4000 Meter höher. Die höchsten Dörfer in Frankreich und Deutschland, St. Veran und Gurgl, liegen 2009 und 1889 Meter hoch, das Hospiz am Bernhard 2472, das tibetanische Kloster Hanle 4565 Meter, etwas tiefer das Dorf Santa Anna in Bolivia. In solchen Höhen ist der Luftdruck um ein Drittel schwächer, daher entstehen Beklemmungen und Mattigkeit. Am Cerro de Pasco empfinden dies Thiere und Menschen, wobei aber die Bodenausdünstung mitzuwirken scheint. Die Bergkrankheit tritt übrigens überall schon bei 3200 Meter Höhe ein, verursacht Mattigkeit, Kopfweh, Athemnoth, Schwindel, Ohnmacht, Bluten der Lippen, des Zahnfleisches und der Augenlider; bei Luftschiffern tritt sie mit 9—10,000 Meter ein.

Um sich den Anblick einer Reihe von Bergspitzen vorstellen zu können, führen wir eine Stelle der Sommerville an: „Die großen Bergspitzen des Himalaja bieten den großartigsten Anblick dar, welchen das menschliche Auge jemals haben kann. Von dem Dorfe Dorjiling aus, welches die Engländer 2000 Meter über dem Meere erbauten, um kühlere Luft zu genießen, sieht man die großartige Masse des Kinchinjinga sich acht Kilometer über

die Erde erheben. An seinem Fuße, wie in der Tiefe eines grünen Abgrundes, schimmert ein schaumbedeckter Fluß weiß durch die Palmen hindurch. Höher hinauf drängen und häufen sich Wirrnisse bewaldeter Berge wie die erstarrten Wogen eines ungeheuren Oceans um einen großen ruhigen Gipfel, und über die Menge niederer Berggipfel erheben sich lange Bergabhänge, die anfangs in duftigem Blau schweben, welches sanfter ist als die Luft, dann aber in ein Weiß übergehn, welches heller funkelt als Silber. Schneeberg thürmt sich auf Schneeberg, immer höher strebt der Blick, bis er an dem Gipfel ankommt, von wo herab der Wanderer, wenn er diese Eisspitze erklimmen könnte, ein Stück Erde zu seinen Füßen sehn würde, so groß wie das junge deutsche Kaiserreich. So großartig der Himalaja ist in seinen Massen und Umrissen, in seinen Thalschlünden und Bergspitzen, Eisfeldern und Strömen, so fehlt ihm doch die Anmuth, Mannichfaltigkeit und Lieblichkeit der Alpen. Er ist einförmig in seiner Großartigkeit, ein Urbild der orientalischen Religionen und Staaten, denn er hat wenig Seen, Wasserfälle, lachende begraste Thalgründe, keine weidenreiche Berghänge, keine Blumengefilde, keine malerischen Sennhütten, die sich in den Thälern niederducken oder am Rande von Abstürzen schweben. In Hochasien überwältigt die Großartigkeit der Natur den menschlichen Geist, daher sind die religiösen Sagen ebenso großartig wild und einförmig wie die Gebirge."

Die Hochalpen Asiens und Amerika's im Allgemeinen.

Die Hochgebirge Asiens sind die großartigsten der Erde. Von der Hochebene von Pamir, dem „Dache der Welt", strahlen Alpengebirge mit einer großen Zahl von Berggipfeln aus: Karakorum, Künlün, Himalaja, Bolor und Hindukusch. Die Länge derselben von Osten nach Westen beträgt 1000 Kilometer, ihre ganze Entwickelung 2500 Kilometer. Im Norden grenzen sie an die trocknen, kalten Steppen Sibiriens, im Süden an die heißen fruchtbaren Gefilde des Gangesthales. Felsen und Schneewüsten scheiden hier Völker und Religionen, denn nur an wenig Stellen stiegen buddhistische Mongolen in die südlichen Thäler des Himalaja

herab. Der Künlün scheint nicht die höchsten Berge zu besitzen, ist niedriger als der mittlere Wall oder Karakorum, und der Himalaja ist Wasserscheide, da Indus und Brahmaputra, Ganges und andre Flüsse auf ihm entspringen und an seinem Fuße der Thalkessel Kaschmir liegt, das Paradies orientalischer Dichter. Mongolische Eroberer verheerten es öfter und plünderten es aus, unter seinen habgierigen Herrschern verarmte es, und die Engländer beuten diese Armuth noch aus. Dieser Thalkessel ist mit allen Reizen eines Gebirgslandes ausgestattet, mit Wasserfällen und Bergwäldern, lieblichen Thälern und 6000 Meter hohen Schneebergen, frischen Strömen und blauen Seen, und ein sanftes Frühlingsklima schmückt es mit duftigen, farbenglänzenden Blumen.

Genauer ist der Himalaja durch englische und deutsche Reisende bekannt, obschon es an Wegen und Brücken fehlt, undurchdringliche Wälder, tief klaffende Schlünde, Wasserfälle und gefährliche Abgründe das Reisen erschweren. Er ist 150 Meilen lang, besteht aus drei hinter einander aufsteigenden Parallelketten, in deren Thalsenkungen weite Königreiche Platz haben, und von seinen 200 gemessenen Berggipfeln ragen 17 über 7500 Meter, 40 über 7000 Meter und 120 über 6000 Meter empor. Der Gaurisankar oder Tschingo-Pamari mißt 8840 Meter, der Daysang des Karakorum nur 8625 Meter. Vorgelagert ist dem Himalaja die Sumpfregion Tarai, ein Gewirr von Sumpfwald voll ungesunder Luft, Krokodile, Tiger, Schlangen. Diese faulen Moräste, in denen sich das Wasser der Regenzeiten ansammelt, verbreiten weithin tödtliche Luft.

Das Gebirge selbst schildert die Sommerville: „Die Thäler sind enge, tiefe Spalten, und die Berge hängen mit drohenden Klippen hoch darüber, so daß nur die Mittagssonne hineinscheint. Pfeilschnell schießen die Flüsse hinab, füllen die Becken mit Schaum, die Luft mit Nebel. Die Hohlwege der Pässe schneiden so tief ein, daß man von Bamian bis Turkestan nie den Polarstern sieht. Tausende von Vögeln kommen hier vom Sturmwind, Menschen durch Schneewehen um. Als Moorcroft durch den Nitipaß nach dem heiligen See Manasa in Tibet aufstieg, mußte er oft barfuß gehen, um nicht auszugleiten, durch Klüfte kriechen, indem er sich an Sträuchern und Grasbüscheln festhielt, über grause Spalten auf Baumästen schreiten — und dies ist eine

Handelsstraße! Dagegen ist die Scenerie großartig. Während des Tages veranlassen die colossale Größe der Berge, ihre unbegrenzte Ausdehnung, die Mannichfaltigkeit und Schärfe ihrer Formen, die zarte Helligkeit ihrer Fernen und der in den blaßblauen Himmel verschmelzenden Umrisse, die von dem blauen Azur darüber scharf abstechen, — ein Schauspiel von wilder und wunderbarer Schönheit. Wenn aber um Mitternacht die Sterne funkeln, und das reine Blau der Berge unter dem bleichen weißen Schimmer der schneebedeckten Erde tiefer gefärbt erscheint, wird der Eindruck ein erhaben feierlicher. Keine Sprache kann die Pracht der Sonnenstrahlen schildern, wenn sie bei Tagesanbruch zwischen den hohen Gipfeln hinstreifen und deren gigantische Schatten auf die tieferen Berge werfen. Da regt sich kein lebendes Wesen, tönt kein Laut, und der Widerhall der eignen Schritte erschreckt den Reisenden in der schaurigen Einsamkeit."

Die Anden Südamerika's stehn an Gestaltenreichthum den Alpen nach, aber an Regelmäßigkeit der Gebirgs- und Bergformen übertreffen sie alle Gebirge der Welt. In Nordamerika verlieren sie den Charakter der Hochalpen und dehnen sich zu weiten Plateauflächen mit Randgebirgen und aufgesetzten Bergzügen aus. Eigenthümlich ist ihnen die Spaltung in zwei bis drei aus einander sich biegende Bergzüge, die ein muldenartiges Hochland umschließen, und sich dann von Strecke zu Strecke — acht mal — in einen Gebirgsknoten (Pasto) vereinigen, um sich sofort wieder zu trennen. Hochgebirgsform haben sie von Chile bis Venezuela. Von der Südspitze Patagoniens bis zum Aconcagua (6830 Meter hoch) bilden die Anden einen ungetheilten, massiven Bergzug, dem nur kleinere Ketten auf der Seite der Pampas parallel gehen. Vom 30. Grad s. Br. ab nimmt die Erhöhung zu, dann bilden sie ein gewaltiges Plateau, von welchem sich gegen Nordosten die Gebirge von Aconquija und die große Zwiespaltung Bolivia's unter dem 22. Grade absondern. Der westliche Zug, der aus Domen und regelmäßig geformten Kuppeln besteht, zieht sich am Meeresufer entlang, wogegen die Ostkette mächtige Ausläufer in die Pampas hinaus sendet. Um das große Plateau von Bolivia schlingt dieser Ostrand seine lange Reihe spitzer beschneiter Gipfel, von denen der Sorata oder Illampu 7494 Meter sich erhebt. Im Norden vom Titicacasee vereinigen

sich die beiden Ketten zu einem Querwall, dann aber entwickeln sie sich weiter nach Nordwest, wobei die Ostseite vielfach von Flußthälern durchbrochen wird, durch welche die Gewässer dem Amazonenstrome zueilen.

Im Knoten des Cerro de Pasco vereinigen sich die beiden Cordillerenzüge von Neuem, um sich sogleich wieder in drei Ketten zu theilen, von denen die eine gegen Nordosten hin sich in den Pampas des Sacramento verliert, während die beiden andern, welche das Hochthal des Amazonenstromes umschließen, sich nahe unter dem Aequator vereinigen, worauf nach Norden zu kleine Plateaus mit Urwäldern folgen, und dann jenseits des Gebirgsknotens von Loja zwei parallele Bergzüge mit Schneegipfeln die prachtvolle Terrasse von Ecuador umschließen, welche die Querketten von Assuay und Chisinahe in drei Theile scheiden. Auf zweien von ihnen (Tapia und Quito) stehn die berühmten Vulkanreihen, welche Humboldt, Condamine u. A. studirten. Auf der einen Bergkette steigen der Chimborasso, Carahuirazo, Illinissa, Corazon, Pichincha empor, auf der andern der furchtbarste Vulkan der Welt, der Sangay, der Tunguragua, Cotopaxi, Antisana und Cayambe, über welchen der Aequator geht.

Im Norden des Aequators vereinigen sich die beiden Ketten wieder in dem massiven Plateau von Pasto, welches sich bis zum 2. Grad ausdehnt, von wo ab die Cordilleren in drei Ketten ausstrahlen. Die westliche Kette verliert sich nahe beim Meerbusen von Darien in den Thälern des Cauca. Die mittlere, welche die mächtigen Gipfel des Puracé, Huila, Tolima und Herveo trägt, trennt das Caucabecken von dem des Magdalenenstromes. Die Ostkette endlich, die Summa Paz, theilt sich bei Pamplona in die Sierra Negra, die bei Maracaybo endigt, und in eine vielnamige und vielfach verzweigte, welche die Llanos von Venezuela begrenzt, weiterhin die Silla von Caracas bildet, an der Küste entlang zieht und als Vorgebirge am Drachenschlund, den Gebirgen der Insel Trinidad gegenüber, endigt. Auf dieser langen Kette der Anden stehen von 2000 zu 2000 Kilometer als höchste Gipfel der Chimborasso, Sorata und Aconcagua.

Schroff und mauerartig erheben sich die Gebirge Venezuela's und Guyana's, umgeben von Savannen, die im Sommer Ein-

öden, nach dem Regen von 6 Fuß hohem Grase bedeckt sind, während undurchdringliche Wälder die Gebirgshänge bekleiden. Aehnliche Wälder voll Schlingpflanzen umsäumen Brasiliens Ströme, die Hügel prangen stets in frischem Grün, welche mit Kornfeldern abwechseln, wogegen in Matto Grasso Sandstrecken und Wüsten sich ausdehnen. Anders ist es auf den Hochanden. „Auf dem Plateau von Cuzco“, sagt Pöppig, „von Quito und Bogota liegt eine Welt für sich mit ihren Bergen und Thälern, Seen und Flüssen, Städten und Alterthümern, bebauten Gefilden und öden Feldmassen, eine großartige Scenerie mit elf riesigen Vulkankegeln und mühevollen Pässen. Die Osthänge des Gebirges tragen dichte Waldungen mit wirrem Unterholz, nach oben zu werden sie kahl, mit Schnee und Gletschern bedeckt. Der blendende Schnee ermüdet das Auge auf diesen öden Höhen, ebenso die colossalen Massen jäher Felsen. Dagegen erschrecken die mauerartig steilen Abgründe und Schlünde, welche in schwindelnde Tiefen hinabreichen. Lawinendonner mischt sich in das Brüllen der Vulkane, und das Rollen dieser unterirdischen Donner sowie das Erzittern der Erde bei klarem Himmel und windstiller Luft erschrecken des Nachts den Reisenden, wenn sie das Todesschweigen der Einöden unterbrechen. Auf der Hochebene von Bombon erscheint die Landschaft bleich und farblos. Wetterveränderungen treten plötzlich und mit Heftigkeit ein, schwarze Wolken steigen auf und werden vom Sturm über die Ebene gefegt. Gewitter und Hagelwetter toben, furchtbare Donnerschläge krachen, Blitze fahren sengend über die Grasebene und erschlagen zuweilen ganze Schafheerden.“

Die Pyrenäen.

Viel kleiner erscheinen gegen die Anden die europäischen Hochgebirge, welche aber um so sorgfältiger durchforscht sind. Die Pyrenäen sind jünger als die Vogesen, älter als die Alpen, nach denen erst die Anden aus dem Meere stiegen. Die Westpyrenäen gelten mit Recht für das regelmäßigste Gebirge der Welt, denn es theilt sich wie ein Blatt des Farrnkrautes in Zipfel und Anhängsel oder in Zweige und Nebenzweige rechts

und links. Jeder Gebirgsknoten entsendet Querketten nach rechts und links, die kürzer sind als die Hauptkette und nach und nach in die Nachbarebenen versinken. Diese Querrücken sind unter sich parallel und durch tiefe Thäler von einander getrennt, zu denen Gletscher niedersteigen und Flüsse niederrauschen. Die Thäler entsprechen einander auf beiden Seiten der Hauptkette, und vereinigen sich in einem Joch oder Paß, welcher eine offene Senkung zwischen den beiden Gipfeln bildet. Wie der Hauptkamm besteht auch jede Querkette aus einer Reihe von Gipfeln, welche von einander durch ebensoviel Pässe getrennt sind, die im Verhältniß ihrer Entfernung vom Hauptkamm an Höhe abnehmen. Jeder Gipfel sendet zwei seitliche Strebepfeiler aus, und die Nebenpässe bringen kurze Thäler in Verbindung, die ihre Gewässer in den Fluß des Hauptthales ergießen. Die Hauptkette der Pyrenäen vom Roncevalpaß im Westen bis zur Pforte von Venasque im Osten dehnt sich 140 Kilometer weit aus. Nicht so regelmäßig entwickelt sich der östliche Theil der Pyrenäen, sondern nimmt verschiedene Gebirgsformen an.

Die größte Abweichung von der allgemeinen Form befindet sich in der Mitte des Gebirges und der beiden Meere, wo sich die Pyrenäen in zwei getrennte Ketten theilen und das schmale Garonnethal aus Quergliedern hervorbricht. Im Gebiet von Aran, dem Mittelpunkt der Pyrenäen, begrenzen die beiden Ketten mit den beiden vereinigten Querketten ein tiefes Thal, einen wahren Wirbeltrichter, um welchen sich Gebirge wie erstarrte Wogen drehen.

Eine andre Eigenthümlichkeit der Pyrenäen besteht darin, daß die höchsten Berggipfel nicht auf dem Bergkamme stehen, d. h. südlich von der atlantischen Kette liegen der Mont perdu, der zwar durch einige hohe Pässe mit dem Hauptzuge in Verbindung steht, der Posets und Maladetta, welche, die auf jeder Seite des Etsera einander gegenüber stehen, zwei ganz isolirte Gruppen bilden. Nur im Norden verbinden sich die Schneegipfel mit dem Hauptsysteme. Obschon die mittlere Höhe des Hauptkammes der Pyrenäen etwa um 100 Meter die der Alpen übertrifft, die französischen Thäler tiefer liegen als die schweizerischen, so tritt doch diese große Erhebung nicht hervor, weil die Bergspitzen regelmäßig vertheilt, ihre Umrisse einander gleich sind. Die Pyrenäengipfel

erheben sich kaum 6—800 Meter über die Kammlinie, die Alpenspitzen aber um 2000—2500 Meter, der Montblanc um 4800 Meter. Die Pyrenäengipfel sind oft einfache Kegel auf einer wulstigen Erhebung, und geologisch wichtige Berge treten nicht besonders hervor über ihre Umgebung. Auch der Pics sind wenige, die selbständiger sich ausbildeten, wie der Canigou, Mont-Vallier, Tabe, du Midi de Pau und Maladetta.

In Folge dieses einfachen Gebirgsbaues giebt es in den Pyrenäen wenig Längenthäler und keine Querthäler, die von der Achse der Berge sich gegen die Ebene richten. Die Einsenkungen, wo Thäler sich zu bilden beginnen, sind meist einfache Plateaus, welche den Kammgipfel beherrschen, oder dunkle Löcher, welche in Jahrtausende langer Arbeit durch atmosphärische Niederschläge ausgehöhlt sind. Weil diese Uebergänge in den Pyrenäen höher liegen als in der Schweiz, so sind sie ein natürlicher Wall, eine unüberschreitbare Völkerscheide geworden. Denn auf einer Strecke von 300 Kilometer, d. h. vom Paß de la Perche bei Montlouis bis zum Hafen Maya bei Bayonne führt nicht eine einzige fahrbare Straße über die Hauptkette der Pyrenäen. Die Eisenbahnen schwingen sich daher um die Enden der Pyrenäen herum, welche Spanien zu einem in sich abgeschlossenen Lande machen.

Die Alpen.

Das eigentliche Knochengerippe und doch das jüngste Gebilde Europa's bilden die Alpen, welche dem ganzen Erdtheile seine charakteristisch ausgeprägte Gestalt geben. Sie ernähren außerdem seine großen Ströme, weisen ihnen den Lauf an, scheiden Völkerrassen und erfreuen Auge wie Gemüth durch die Fülle ihrer Naturschönheiten. Sie wurden nach und nach das Rendezvous fast aller Reisenden Europa's und eine ansehnliche Einnahmsquelle der Bewohner, die in manchen armen Thälern auf das angewiesen sind, was sie im Sommer von Reisenden verdienen. Wie eine Felsenburg umringen sie die freie Schweiz, als weiter Halbbogen scheiden sie Deutsche, Italiener, Franzosen und Südslaven und entsenden die Apenninen als Gerüst für den Aufbau der italienischen Halbinsel. Auf der Westseite dienen sie durch

ihren festungsartigen Bau gegen die Eroberungsgelüste der Franzosen, denn sie erschweren deren Eindringen durch hohe Bergzüge mit zahlreichen Widerlagen und Ausläufern, welche die höchsten Bezirke Frankreichs bilden, machen durch ihre Längsketten mit zahlreichen Engpässen wie durch Wälle und Gräben die Schweiz sturmfest, dagegen friedlich breiten sie sich nach Norden zu Hochebenen und Bergzügen bis zu den Ost- und Nordseeniederungen aus und setzen sich in den östlichen Kalkalpen über Bosnien, Kroatien und Serbien bis zum Balkan fort, der die Türkei hinter der Schutzwehr der Donau gegen Rußland deckt. Endlich begegnen sie sich wiederholt an der ungarischen Donau mit den Karpathen, die in gewaltigem Halbbogen diese Donauländer von den nordischen Ebenen und ihren kalten Winden scheiden. Erst jenseit des Schwarzen ägeischen Meeres findet man andre Gebirgs- und Oberflächenbildungen, welche aber der Richtung nach Osten folgen bis zu den mongolischen Ufern des Stillen Oceans.

Der colossale Mittelstock der Alpen von der Schweiz bis Steiermark hinein wird flankirt im Westen von den regelmäßig in Parallelen neben einander hinstreichenden Längszügen der Jura und im Osten von den Kalkalpen Dalmatiens, Bosniens und der Herzegowina, also von trocknen Gebirgen mit magrem Boden, versinkenden Flüssen und zahlreichen Thalengen, hinter denen sich die Bewohner leicht vertheidigen können. Juragebilde bedecken einen großen Theil von Mitteleuropa von den Ufern der Drôme bis zu den Gebirgen Böhmens, erleiden aber mancherlei Ablenkungen, Verschiebungen und Kreuzungen mit anderen Gebirgsformationen. Der Jura im engeren Sinne reicht von der Rhone bis zum Rhein als sanft gebogene Scheidelinie gegen Frankreich, besteht aus gleichförmigen Parallelreihen, die wie Stufen hinter einander aufsteigen von Westen nach Osten hin, nach der einen Seite in langen Abhängen zur Ebene herabsinken, auf der andern in steilen Abstürzen und schroffen Abfällen endigen. Zwischenliegende Thäler theilen diese Mauerwände, von denen die östlichste die höchste ist und die Ebenen der Schweiz beherrscht. Kesselthäler (Circus, Combes) in Gestalt von Amphitheatern öffnen sich hier und da in den dicken Wällen, und Klausen (Engpässe) oder Querdurchbrüche, von Flüssen durchrauscht, durchbrechen

zuweilen ganze Ketten und theilen sie in abgesonderte Strecken. Man hat diese kleinen Plateaus, welche gleichmäßig derselben Richtung folgen, sehr oft mit jenen Raupen verglichen, die in langen Zügen über den Boden dahinkriechen, oder auch mit jenen Runzeln, welche auf dem Wasser beim Fall eines Steines entstehen.

Die langen Rücken des Mont Tendre, Noir-Mont, Weißenstein u. A. bieten herrliche Standpunkte, von denen aus man den Gegensatz der Jura zu den aufragenden Spitzen des Berner Oberlandes beobachten kann. Beim ersten Blick scheinen diese Massen ein Chaos zu bilden, welches noch wirrer aussieht, wenn man es von einem jener Gipfel aus betrachtet, da man rings um sich nur Spitzen, Hörner und bunt durcheinander sich windende Gebirgskämme sieht, wie die erstarrten und versteinerten Wogen eines brandenden Meeres. Während in der Jura Regelmäßigkeit und strenges Ebenmaß hervortritt, bieten die Centralalpen scheinbar das Bild grauenhafter Unordnung. Deshalb hat es die Geologen und Geographen viel Mühe, viel Reisen und Studien gekostet, ehe sie die einzelnen Alpenstöcke herausfinden und unter sich gliedern lernten. Das Ganze besteht aus Gebirgsstöcken, die von einander durch Thaleinschnitte getrennt sind, nach allen Richtungen aber Abzweigungen und Widerlagen aussenden, so daß Bergzüge verschiedener Richtung und Gestalt neben und durch einander liegen. Desor vermochte 50 Systeme von Gebirgsstöcken aufzuzählen, die sich aber auf eine geringere Anzahl zurückführen lassen, wenn man sie als eine einzige Kette betrachtet, deren Gruppen mit einander verbunden sind durch zusammenhängend fortlaufende Gräte von großer Erhebung.

Der wichtigste Hauptstock des Alpengerüstes ist der Gotthard, eine Hochfläche zwischen überragenden Gebirgskämmen, seit uralter Zeit die Verkehrsstraße von Deutschland nach Oberitalien, sogar Schauplatz kriegerischer Thaten, als Suwarow sie mit seinem Heere überstieg, und heute noch von den Zugvögeln benutzt auf ihren Wanderzügen nach Süden. Von ihm fließen nach allen Seiten Ströme ab: der Tessino, die Rhone, Reuß, Aar und der Rhein, und von ihm gehn mächtige Gebirgszüge aus, nach Nordosten der Tödi, nach Osten der Rheinwald, nach Westen und Süden die gewaltigen Stöcke des Finsteraarhorns und des

Monte Rosa, welcher sich mit dem Montblanc verbindet, der sich mehr nach Westen wendet, worauf dann das ganze Gebirgssystem die Richtung nach Süden nimmt. Die beiden ersten mächtigen Gruppen, welche sich auf dieser Seite erheben, sind das große Paradies, welches die Gefilde Piemonts beherrscht, und die Gruppe von Vanoise- und Grande-Casse, welche die Thäler von Tarentaise und Maurienne scheiden. Im Süden entwickelt sich eine wirkliche Kette, welche die Straße des Mont Cenis überschreitet, und durch gewundene Kämme die Gebirgsstöcke der Grandes Rousses und Belledonne im Westen mit denen des Pelvoux im Südwesten und dem Monte Viso im Süden verbindet. Der Monte Viso ist der großartige Grenzstein, welcher die Scheidelinien zwischen den Alpen der Dauphiné und den Seealpen bezeichnet und die letzte Bergkette, welche über 3500 Meter emporragt. Jenseits dieser Grenzen verzweigen sich niedrigere Bergzüge nach allen Seiten hin und nehmen namentlich nach dem Meere zu ab, wogegen nördlich von Nizza und Menton ein Granitstock sich bis 3000 Meter erhebt, und zwei seiner höchsten Gipfel, der Gelas und der Clapier de Pagarin kleine Gletscher an ihren Nordhängen tragen. Hier endet zugleich der Zug der Westalpen und beginnen nun jene Zwischenketten, welche sie mit den Apenninenbergen verbinden.

Oestlich vom Gotthard streichen gewaltige Bergzüge zunächst durch Graubünden und die angrenzenden Kantone nach Tyrol bis zur Grenze von Salzburg und Steiermark. Im Nordosten des Tödi erhebt sich der Säntis, im Osten des Rheinwald steigen die Gruppen der Bernina, Silvretta, der Ortlesspitze auf, dann folgen von Westen nach Osten zu die Alpenmassen des Oetzthales, der Stubaier, der Groß-Glockner und die Berge von Hallstadt, von wo ab die Alpen niedriger werden. Diese Berge ragen über 3000 Meter empor und tragen ewigen Schnee, weshalb die Kelten eben diese Gebirge Alpen, d. h. Weiße nannten, wie auch Albion seinen Namen erhielt von den weißen Kreidefelsen seiner Südküste, die schwäbische Alp von den hellfarbigen Kalkfelsen und die Apenninen gleichfalls wegen der hellen Kalkwände, wo man heute noch Marmor bricht.

Jede dieser Alpenketten hat ihre besonderen Schönheiten und Gebilde, ihre besonderen Umrisse und Landschaftsbilder. Der

Gotthardstock ist niedriger als die umliegenden, von ihm ausstrahlenden Gebirge, bildet eine eingesenkte vierseitige Masse, die von tiefen Thälern und breiten Einschnitten mit Pässen umgeben ist. Im Westen findet man den Furkapaß, im Norden den Oberalp, im Osten den Lukmanier, im Süden den Nufenen, und Berge von 3000—3200 Meter (Piz Rotondo) umgeben diese Pässe. Jedenfalls haben die ausströmenden Flüsse den Gotthard selbst abgenagt und ihn niedriger gemacht als seine Nachbarberge, welche allesammt mit gewaltigen Steintrümmern überdeckt sind.

Eine andre Eigenthümlichkeit des Alpensystems besteht darin, daß die mittlere Erhebung der schneetragenden Gebirgsstöcke, welche vom Gotthard aus nach Osten und Westen gehn, nicht im Verhältniß stehn zu der Höhe der benachbarten Gipfel. In der That ist der Monte Rosa, umgeben von Pics und umstarrt von Gletschern, die wahre Citadelle der Alpen, ihr gewaltigster Felsenwall von 4160 Meter Höhe. Seine Bergspitzen umgeben ihn wie die Zacken einer Krone und ragen bis 4638 Meter auf, wogegen die Montblancspitze 4810 Meter mißt, die Bergspitzen seiner Umgebung aber nur 3858 Meter erreichen, also um 244 Meter hinter der Höhe des Monte Rosa zurückbleiben. Die Jungfrau erreicht 3753 Meter, der Bernina 3458, die graubündner Alpen 3226, der Tödi 3143 Meter. Die Alpen nehmen also an Höhe von Westen nach Osten ab, ihr südlicher Abfall ist kurz und schroff, der nördliche und westliche verläuft in vielen Verzweigungen und langen Reihen den Rhein und die Rhone entlang, mithin sind die Alpen von Süden her schwer zugänglich, wogegen die Völker des Nordabhanges und Westabhanges sich leicht versucht fühlen, in das wehrlose Oberitalien hinabzusteigen, wie ja in der That die deutschen Kaiser bis auf die Habsburg-Lothringer herab um den Besitz Oberitaliens kämpften, welchen aber auch die Bourbonen begehrten und die Republikaner unter Napoleon eroberten. Oberitalien war Jahrhunderte lang der Schauplatz der Kriege zwischen Deutschen und Franzosen, Italien selbst aber, vielfach durch die Scheidewände hoher, schwer zugänglicher Bergzüge getheilt, zerfiel in kleine Staaten wie Griechenland und Süddeutschland. Erst durch Kunststraßen konnte man ein einigendes Band für diese sprachverwandten Staatchen herstellen, weshalb denn auch die Römer jedes eroberte Gebirgsland mit Heerstraßen

durchkreuzten und an wichtigen Straßenpunkten Festungen und Schanzen anlegten, Napoleon I. die Simplonstraße bauen ließ, um Italien an Frankreich zu ketten. Von Frankreich her kommend eroberte Hannibal Italien, dagegen sind Kriegszüge von Italien nach Südwestfrankreich stets mißglückt.

Die Alpen sind eine Völkerscheide zwischen Italienern, Franzosen und Deutschen, und in dem schwer zugänglichen Graubünden mit seinem Gewirr von 150 Thälern haben sich wie in einer Felsenburg Europa's die rhätischen Ureinwohner noch in ihrer Ursprünglichkeit und mit ihrer Sprache erhalten, welche noch viel Altrömisches beibehalten hat. In den Pyrenäen behaupten sich in ähnlichen Felsenburgen die uralten Basken, in der Türkei hier und da Reste altgriechischer Bevölkerung, wie in Hochschottland die Scoten in abgelegenen Gebirgsthälern. In der Schweiz selbst wohnen Italiener am Südabhange, im Jura Franzosen, in dem breiten nördlichen Theile Deutsche; Nachkommen der Allobroger mit ihrem eigenthümlichen Dialect besetzten Savoyen und die Dauphiné. Am Fuß der piemontesischen Berge findet man auf italienischer Seite in den Thälern der beiden Doria, Stura u. s. w. dieselbe Bevölkerung wie auf der Westseite in den Thälern von Maurienne, Queyras, Durance u. s. w., weil das Klima auf beiden Seiten dasselbe ist, Längsgebirge also Völker nicht scheiden, wohl aber Quergebirge, wie die Pyrenäen Franzosen und Spanier trennen.

Für den Handels- und Völkerverkehr liegen die Alpen wegen der Menge von fahr- und gangbaren Pässen viel günstiger, werden bereits am Semmering und Brenner von Eisenbahnen überschritten, wie denn auch der Mont Cenis von einem Eisenbahntunnel durchbrochen ist, und die Gebirgswildnisse des Gotthard bald auch Locomotiven werden pfeifen und dahinrasseln hören. Von altersher gingen über Brenner und Gotthard Straßen des Welthandels, durch welche Binnenstädte wie Augsburg, Regensburg, Straßburg, Basel u. a. Stapelplätze des Großhandels zwischen Mittelmeer, Nord- und Ostsee wurden. Es dienen jetzt 12 fahrbare Straßen, zum Theil Meisterwerke des Straßenbaues, dem Verkehr zwischen Italien, Frankreich, der Schweiz und Deutschland, so daß die Alpen hineingezogen werden in das Kulturleben der Völker. Die Schweizer messen sich in Kunst,

Wissenschaft und Industrie mit jedem europäischen Volke und haben sich eine Freiheit errungen, um welche sie von den Völkern der gesegneten Hügel- und Tiefländer beneidet werden. Sie widerstanden siegreich allen Angriffen auf ihre Unabhängigkeit und betheiligten sich maßgebend durch Zwingli, Calvin u. A. an dem Reformationswerke der Kirche, wie heute noch ihre Universitäten und Schulen eines ausgezeichneten Rufes sich erfreuen, aber auch besondre Sorgfalt von Seiten der Kantongemeinden finden. Die Schweiz ist das einzige Land in Europa, wo man dem Jesuitenthum entschieden entgegen trat und sich vor dem Pfaffenkönige in Rom nicht fürchtete, was Rußland kaum nachzuahmen wagte.

Hochasien nach H. v. Schlagintweit-Sakünlünski.

An die tiefgelegenen subtropischen Regionen Indiens schließt sich unmittelbar das mächtigste Gebirgsland der Erde an, welches von Assám bis Kabúl, von Bengalen, Hindostán und Pandschab über Tibet bis in die Mongolei und Ostturkistán reicht, und welches man Hochasien nennen sollte. Seiner ganzen Länge nach lassen sich drei Hauptgebirgsketten erkennen, der Himalája (Schneegebirge), der Karakorúm (Schwarzen Berge) und der Künlün, Diese Kämme sind anfangs von Osten nach Westen gerichtet und parallel bis zur Mitte des Gebirgslandes. Vom 71. Grad östl. Länge an endet nördlich von Peschaur der Himalaja, nördlicher und östlich davon geht die Karakorumkette in die Hindukuschkette über; Himalaja und Karakorum ziehn nach Nordwesten, der Künlün ostwestlich. Gegen Süden und Norden ist dieses ganze Gebirgssystem scharf begrenzt, denn auch Turkistan im Norden bildet von Kaschgar bis zum Lopsee eine Einsenkung, östlich vom Lopsee verliert die Kammlinie des Künlün ihre bestimmten Formen, und im Nordosten liegen, den Khukhu-Nursee umschließend, Bergketten vor, welche sich an die chinesischen Gebirge anschließen. Gegen Osten und Westen ist die Begrenzung noch unbestimmt.

Zahlreiche indische Flüsse entspringen nördlich vom Himalaja, umströmen dessen Enden (Dihóng im Osten, Kabúl im Westen) oder fließen durch eine Einschartung ab (Monás in Bhután,

Kori und Gándak in Nepál, Satledsch und Indus im Nordwesten). Der Karakorum ist jedenfalls die höchste Gebirgskette, daher seine Schneegrenze wegen des geringen Niederschlags sehr hoch liegt. Nach Westen und Süden setzt er sich als Hindukusch fort, nach Nordwesten als Bólor Tagh; dagegen gabelt er im Osten in zwei gleich hohe Zweige, welche die Senkung des Téngri= und Námursees einschließen, und welche Senkung der Dihong und Brahmapútra begrenzen. Ebenso umschließen oder durchbrechen nach Norden gerichtete Flüsse den Karakorum (Járkand umfließt das Westende, Karakásch und Karia durchbrechen die Kette) niedriger ist die Kammhöhe des Künlün.

Hochasien ist das höchste Stück Land und hat viel hohe Berggipfel. In der Karakorumkette sind die Gipfel im Allgemeinen niedriger als im Himalaja, aber Kämme und Pässe höher. Tibet, vom Dihong, Indus und Satledsch durchflossen bildet ein großes, in der Mitte gehobenes Längenthal zwischen Himalaja und Karakorum; den Künlün umwohnen Mongolen und Türken. Hochland breitet sich aus am Westende des Künlün, wo er mit dem Karakorum sich verbindet, wogegen die Umgegend des Tengrisees Thalform hat. Im Norden des tibetanischen Längenthales folgt eine breitere Einsenkung, die gegen Osten im Mongolengebiete endet, zwischen der wasserscheidenden Grenze des Karakorum=Hindukusch und dem Thiantschan. Die Flußsysteme sind Amu (Oxus) gegen Westen, Járkand gegen Osten, welche der nur allmälig aufsteigende Rücken des Bolor=Tagh trennt. Eine Nebenkette des Künlün heißt Kailás (Sitz des Keiles), wo der Gott des Reichthumes Kuver und der zerstörende Gott Schiwa wohnen.

Granit kommt in den Gebirgen Hochasiens ebenso selten vor wie in denen der Schweiz und verbreitet sich auch dann nur über geringe Flächen. Für die wasserscheidende Kette giebt es keinen allgemeinen Namen, da Mustagh z. B. nur einzelne Stellen des Westens bezeichnet, weil dieses Wort so viel als Schneegebirge bedeutet. Von den Pässen über die Hauptketten sind bis jetzt 21 bekannt, die über den Himalaja führen, drei über den Karakorum und drei über den Künlün. Daß man im Himalaja noch mehr Pässe finden werde, hat wenig Wahrscheinlichkeit, wohl aber wird man an den beiden andern Bergketten

noch Uebergangsstellen entdecken. Die mittlere Paßhöhe dieser drei Bergketten beträgt

im Himalaja	17,800	engl.	Fuß,
im Karakorum	18,700	„	„
im Künlün	17,000	„	„ ,

dagegen

in den westlichen Anden	14,500	„	„
in den östlichen Anden	13,500	„	„
in den Alpen Europa's	7,550	„	„ .

Der höchste Paß, den wir kennen, liegt indeß im Himalaja, dies ist der Ibi Gánminpaß, der vom Garahál nach Gnarikhóchum-führt. Er erreicht die erstaunliche Höhe von 20,459 F., der höchste Karakorumpaß, der Mustághpaß, hat nur 19,019 F.; wogegen der niedrigste Himalajapaß, der Bára-Lácha immer noch 16,186 F. hoch liegt, also einige hundert Fuß höher als der Montblanc, aber auch höher als die höchsten Andenpässe, der Alto de Toledo und Languillas, welche 15,590 F. erreichen wogegen der höchste europäische Paß, das Neue Weißthor im Monte Rosagebiet, nur 12,136 F. hoch steht.

Im Allgemeinen entbehrt der Himalaja an seiner südlichen Basis sedimentärer Gesteine von einiger Breite; damit hängt in der Terraingestaltung der Umstand zusammen, daß vom Hauptkamme des Himalaja gegen Indien die Seitenkämme ununterbrochen sich fortziehen, während in den Alpen zwischen solchen Ausläufern und der Ebene noch Vorgebirge liegen, die dann meist mit der Richtung der Seitenkämme ziemlich große Winkel bilden, und die Flüsse, die aus dem centralen Theile des Gebirges austreten, stark von ihrem oberen Laufe ablenken. In den östlichen Theilen jedoch fand ich solches Vorgebirge, wenn auch von geringer Höhe, und auch in Form und geologischer Bildung ähnelt dieser Theil den Alpen. So gehören die Bhulia-Vorgebirge der Tertiärzeit an und sind stark gehoben, und zwar gleichzeitig mit den Alpen, und im Bhután Tarái fand ich Braunkohlen, die denen des Pleißenberges gleichen. Doch fehlt am südlichen Rande des Himalaja jene Seebildung, die sich in den Hochebenen der Alpen theils noch jetzt als tiefe, wassererfüllte Becken, theils in der Form von Mooren zeigt, wenn auch sehr seicht und durch Erosion entleert. Nur in Tibet giebt es sehr

viele und große Seen, mit mehr oder weniger brakigem Wasser. Eigenthümlich ist auch trotz der feuchtwarmen Zone das Fehlen der Moor- und Torfbildung am Südrande Hochasiens, weil torfbildende Moose (sphagnum u. a.) hier nicht gedeihen, wogegen die Ebene Tarai, die von den Ueberschwemmungen erreicht wird, einen Saum von wechselnder Breite bildet, welcher dicht mit Rohrgewächsen, baumartigen Gräsern, mittelhohem Holze und vereinzelten hochstämmigen Bäumen bedeckt ist. Die schnelle Verwesung und der ebenso schnelle Pflanzenwuchs machen diese Gegenden sehr ungesund, am meisten dem Südrande von Sikhim und Nepál entlang, die auch nur von vereinzelten, sehr spärlich vertheilten Ureingebornen bewohnt werden. Für Europäer und Indier ist schon eine Durchreise gefährlich. Auf der Nordseite Hochasiens fehlt ein solcher Tarai, weil es dort zu trocken und kalt ist, dagegen beginnen in den breiten Niederungen die Sandwüsten, welche in großer Ausdehnung die Flächen Turkistans in Höhen von 4000—2500 F. bedecken.

Es haben in Hochasien auch die Panoramen ihre Eigenthümlichkeiten. Die landschaftlich zu trennenden Regionen sind in Hochasien unter sich noch sehr verschieden. Die erste, der Südabhang gegen Indien, zeichnet sich aus durch üppige, subtropische Vegetation bis zu Höhen von 8—10,000 F. und durch ein sehr steiles Gefälle der Kämme und Thäler. Tibet zeigt breite, aber wenig bewachsene Thalformen, dann folgt die Steinwüste zwischen Karakorum und Künlün, und die Abhänge des Künlün gegen Norden nehmen sehr rasch an Höhe ab. Aber gemeinschaftlich ist allen, daß von etwas hohen Standpunkten aus sehr ausgedehnte Firnmeere und Schneeregionen können überblickt werden, einen weit größeren Theil des Horizontes einnehmend, als in den Alpen. Im Himalaja ist auch dies noch allgemein wegen der steilen Abdachung nach Süden, daß man im Mittelgrunde in Tiefen von 7—8° Winkelunterschied hinabsieht von Standpunkten, wo die fernen Berggipfel noch zu einer Höhe von 3—4° über den Horizont sich erheben. In Tibet allerdings ist der Mittelgrund dem Beschauer gewöhnlich weit näher gelegen, in einzelnen Fällen kommen aber auch hier sehr starke Depressionen vor, weil die Erosion der Flüsse eine sehr große ist.

Das Kubikvolumen der gehobenen Masse ist für Hochasien

ein ungleich größeres, als für irgend ein andres Gebirge der Erde. Es betheiligt sich daran in gleichem Verhältnisse die bedeutende Fläche der Basis sowohl als auch die große Erhebung der Kämme und Gipfel, in den centralen Theilen selbst jene der Thalsohlen, wozu die geringe Entfernung von den Tropen und die im Verhältniß der Länge von Ost nach West nicht sehr bedeutende Breite von Nord nach Süd einen nicht unwesentlichen Einfluß mag geübt haben. Denn die Entfernung vom Centrum der Erde bis zum Aequator ist um 7000 F. größer als die zu den Polen; in der Nähe des Aequators stehn aber grade 28,000 F. hohe Berge, und da man 120—150,000 F. unter der Erdoberfläche geschmolzene Massen vermuthet, so betragen die höchsten Berge $^1/_5$ der Dicke der Erdrinde, welche selbst zum Erdganzen sich verhält wie die Schale eines Hühnereies zum Eie selbst. Der Flächenraum der Basis Hochasiens, von Ost nach West 25 Grad, von Nord nach Süd $4^1/_2$ Grad, beträgt 350,000 nautische □Meilen (60 nautische Meilen = 15 deutschen), die der Alpen dagegen nur 24,200 □Meilen.

Die Anden von Quito nach Dr. Mor. Wagner.

Beide Andenketten und die Doppelreihe der großen Vulkane von Ecuador, die an den Rändern der Ketten sich erheben, sind durch Längenthäler geschieden, welche bei Quito und Tacunga die Form von Plateaus annehmen. Diese Längenthäler waren noch zu Ende der Diluvialzeit von ausgedehnten Süßerwasserseen bedeckt, da man dort Schalen noch lebender Süßwasserschnecken findet. Die Seen entleerten sich allmälig, als der Durchbruch der basaltischen Gesteine der Ostkette erfolgte mit tiefen Querrissen im Gebirgsbau, aus denen das Wasser abfloß und durch Erosion sein Bett erweiterte. Diese Andenplateaus sind durch Querjoche von mäßiger Höhe von einander getrennt, die Wasserscheide der beiderseitigen Flußsysteme nur an wenigen Punkten durch die Andenkette selbst, meistens durch niedrige Landschwellen in den Hochthälern gebildet. Es berühren sich die nach beiden Oceanen ablaufenden Quellbäche namentlich am Cotopaxi, Chim-

borazo und Tunguragua so nahe, daß sie nur wenige Schritte von einander liegen, und man mit dem Glase Wasser aus einem Weltmeere ins andre schütten kann. Die Wiegen aller Flüsse dieses Landes liegen innerhalb der eigentlichen Aequatorialzone, wo eine wirklich trockene Jahreszeit nicht existirt, die Unterbrechung des Regens im Juni und Juli nur 6 Wochen dauert. Daher sind alle Flüsse sehr wasserreich, und werden selbst kürzere zu breiten, tiefen Strömen. Der Rio Guayaquil übertrifft unterhalb der Stadt gleiches Namens den Mississippi bei New-Orleans an Breite und steht ihm an Tiefe wenig nach. In ihrem oberen Laufe sind die westlichen Flüsse der Anden sehr reißend mit häufigen Katarakten, oft zwischen steil abfallende Felswände tiefer Barrancas eingeklemmt, für Fahrzeuge unzugänglich und an Fischen arm. Gegen den mittleren Lauf werden die Flüsse zu mächtigen Strömen und reich an thierischen Bewohnern. Die sandigen Ufer und Inseln wimmeln von großen, schwarzgrauen Alligatoren. Erst im untern Laufe ziehen die Ströme langsam dahin, mit Seewasser gemischt, und werden 8 Meilen von der Küste von der eindringenden Fluth aufgestaut. Dagegen brausen die Zuflüsse des Marañon in ihrem oberen Laufe mit überaus starkem Gefälle durch tief eingefurchte Schluchten, deren Wände meist senkrecht gegen das Flußbett abfallen, im Mittellaufe durch die mit dichten Urwäldern bedeckten Terrassen, Hochthäler und Tiefebenen, wo selten ein Tag ohne einen Regen vergeht. Das ganze Stromgebiet des Marañon mißt 106,000 □Meilen (das des Mississippi 49,000 □Meil., des Ganges 27,000 □Meil., der Donau 14,630 □Meil.), und dabei kommen die Zuflüsse aus verschiedenen Regionen und Temperaturen.

Eine Welsart, Prenadilla genannt, kommt oft in Grotten und Höhlen, aber auch in den kleinen Hochseen und den Andesbächen vor, und läßt sich wegen seiner Gefräßigkeit leicht fangen. Von den kalten Ergüssen der Koth- und Schlammlaven der Vulkane werden diese Fische in Menge mit fortgerissen, aber nie von Vulkanen ausgeschleudert, wie man Humboldt erzählte, als man 7—14 Meilen vom Vulkan wollte ausgeworfene Welse gefunden haben. Selbst das Vorkommen der Prenadillen in unterirdischen Höhlen und Wasserbecken ausgebrannter Vulkane ist nur Hypothese. Da sich diese kleinen Fische ihrer Stachelflossen zum

Klettern bedienen, so arbeiten sie sich vom See aufwärts über schroffe Stellen bis zu den Quellen der Bäche.

Das ganze Hochland von Quito — sagt Humboldt — ist ein einziger vulkanischer Heerd, das unterirdische Feuer bricht bald aus dieser, bald aus einer andern Oeffnung hervor, die man sich als abgesonderte Vulkane denkt, aber die fortschreitende Bewegung dieses unterirdischen Feuers ist von Norden gegen Süden gerichtet. Wenn aber — fährt Wagner fort — höchst wahrscheinlich das ganze Innere unsres Weltkörpers in einer Tiefe von 3—4 Meilen unter der Kruste einen einzigen zusammenhängenden glühendflüssigen Ocean bildet, so giebt es trotzdem jedenfalls abgeschlossene Einzelbecken von geringerer Tiefe, da nahe stehende Vulkane unabhängig von einander thätig sind. Die Erdkruste hat ungleiche Dicke, und die Unebenheiten wiederholen sich auch nach unten hin und bewirken verschiedene Hitzegrade der gesonderten Gluthmassen, weshalb Erdbeben oft auf einen engen Raum begrenzt sind, und man vulkanische und plutonische Erdbeben unterscheiden muß.

In der westlichen Cordillere stehn weniger Andesitkegel und wirkliche Vulkane an den Rändern gruppirt als in den östlichen; im Westen arbeitet, dünne Dämpfe ausstoßend, nur der Pichincha noch, die andern Kegel ruhen, wogegen Sangai und Cotopaxi im Osten thätig sind. Alle Erdbeben der letzten 3 Jahrhunderte erschütterten nur die westliche Seite. Die Westkette ist jedenfalls jünger, aber ihre Vulkane bildeten sich nach Erhebung der Kette früher als die isolirten Feuerberge der Ostkette. Im Westen stehn Chimborazo, Carahuairazo, Ilinissa, Corazon und Pichincha, im Osten Antisana, Cotopaxi, Tunguragua und Sangai.

Die Reihe der westlichen Vulkane beginnt im Norden mit dem Chiles, dem Nachbar des columbischen Cumbal. Südlich folgt der schöne regelmäßige Kegel des Cotopaxi (15,200 F.) mit dem tiefen Einsturzbecken des Sees Cuycocha an seinem Fuße. Der nun folgende Atacazo war einst jedenfalls Vulkan und älter als der Pichincha. Sein Gestein ist stark verwittert, seine Hänge mit dicker Humusschicht und reicher Vegetation bedeckt, und nur die kahlen schroffen Wände der Spitze zeigen in ihrer kreisförmigen Stellung ausgezackte Contouren und sollen einen alten Krater

einschließen. Südlich von ihm steht der Corazon (d. h. Herz, 14,840 F.) ganz isolirt, und scheint nie einen Gipfelkrater gehabt zu haben. Der stattliche Koloß Ruminagui (d. h. steinernes Gesicht) erreicht mit seinen zackigen Gipfeln die Schneegrenze und die Höhe des Montblanc, steht auf einer Querspalte, aus welcher sich das trennende Gebirgsjoch zwischen dem Plateaubecken von Machache und Tacunga erhob. Als der General des Inca Atahualpa nach dessen Tode auch erlag und Quito verbrannte, zog er sich in die Schluchten des Ruminagui — und so hieß der General auch — zurück und vergrub dort seine Schätze. Wegen seiner senkrechten Wände gilt dieser Berg für unersteigbar. Man hält seine halbkreisförmige schroffe Gipfelwand und deren Zacken für einen Kraterrand und seine seitwärts aufragenden Hörner für alte Schlackenanhäufung, die der Passat nach Nordwest und Südost trieb.

Die Doppelpyramide des Ilinissa ist einer der vulkanischen Prachtbauten, welche sich südlich vom Ruminagui 16,332 F. hoch aufthürmt, aber von Europäern noch wenig untersucht wurde. Die südliche Pyramide scheint kein wirklicher Feuerberg gewesen zu sein, sondern ein Kegel aus trachytischen Trümmermassen, wie Wagner bei der Besteigung dieses Berges fand; man sieht auch keine seitlichen Durchbrüche, und die Bimssteine und Tuffe an seinem Fuße rühren von Niederschlägen auf dem ehemaligen Seegrunde des Plateaus her. Der Ilinissa war noch weniger ein Feuerberg als der Chimborazo. Zwischen ihm und dem Chimborazo steht der Quirota (14,000 F.), dessen conisch abgestutzter Gipfel einen tiefen Kratersee von einer spanischen Meile im Umfang einschließt. Südlich davon erhebt sich der Carahuairazo, welcher mit dem Chimborazo durch ein Querjoch in Verbindung steht, und die Schöpfung eines seitlichen Durchbruchs des Chimborazo zu sein scheint. Seine Thätigkeit fällt in vorhistorische Zeiten. Eigenthümlich waren ihm die breiartigen Ströme von Kothlaven mit eckigen, oft verschlackten Trümmergesteinen und zerbröckelter Masse, welche er in ungeheurer Menge ausgeströmt hat. In der Hochebene von Ambato führte sie schmale, langgezogene Höhenzüge auf, welche bald fächerartig gruppirt sind, bald wie Schutthalden der Wildbäche gegen die Thalsohle deltaförmig sich erweitern.

Die westliche Reihe der kolossalen Nevados endigt mit dem majestätischen Chimborazo, welchen weder Humboldt und Bonpland, noch 30 Jahre später Boussingault und Hall ganz zu ersteigen vermochten. Nur im Juni und Juli sind die beiden Gipfel wolkenfrei. Seine Höhe konnte man nur trigonometrisch messen. Die breite Wand der Pyramide mit einem Doppelgipfel wie der Ararat fällt ziemlich steil ab. Ein wirklicher Vulkan scheint er nicht gewesen zu sein, aber an seinen Seitenspalten findet man verschlackte Steine in großen Massen und am Fuße des Kegels eine lavaähnliche Mauer von verschlacktem Gestein, wo die Karawanen übernachten, die von Guayaquil nach Quito gehn. In einer Höhe von 13,070 F. stehn als höchste Wohnungen zwei Hütten indianischer Schafhirten, obschon vom Juli bis October furchtbare Stürme von der Schneeregion (14,920 F.) gegen die Thaltiefe brausen. Condamine kam bei der Besteigung nur 14,400 F. hoch, Humboldt 18,096 F. bis vor den domartigen östlichen Gipfel, auf einem schmalen Felskamme vorschreitend, bis ihn eine 400 F. tiefe und 60 F. breite Schlucht aufhielt. Boussingault kam 360 F. höher. Er klomm durch Schnee empor dicht an einem Abgrunde hin und sich am Felsen anhaltend und mußte wegen der verdünnten Luft alle 2—3 Schritte stille stehn, auch Stufen in die harte Eisdecke des Schnees einhauen. Dabei glitt er aus und wurde mit Mühe von einem Neger festgehalten. Endlich erreichte er einen von Abgründen umgebenen Felsenkamm und mußte umkehren.

Wagner bestieg den Pichincha, nachdem er ihn vorher sorgfältig mit dem Fernrohre recognoscirt hatte. Der Berg ist nicht rund gedrechselt wie der schneebedeckte Cotopaxigipfel, sondern bildet eine lange Mauer mit mehreren Gipfelzacken und mit seinen Vorstufen ein isolirtes Bergsystem, an dessen Fuße Quito amphitheatralisch erbaut ist. Der Berg übertrifft den Montblanc nur um 164 F. an Höhe. Zuerst bestiegen ihn Condamine und Bouguer und entdeckten erst nach langem Umherirren den Doppelkrater. Nach 60 Jahren erstiegen ihn Humboldt und Bonpland, nach 30 Jahren Boussingault und Hall. Endlich 1844 wagten es Witte und Morenet in den 1500 F. tiefen Krater hinabzusteigen und dort eine Nacht zu verweilen. An diesen Höhen wachsen noch einige Pflanzen, leben eine Berghasenart und eine besondre

Colibriart in Menge, ebenso Schlangen und Eidechsen und eine häßliche Krötenart, einige Schmetterlinge und Käfer, und über dem Gipfel kreisen Kondors.

In der Ostreihe erhebt sich im Norden 20 Meilen von Quito der noch unerforschte Cumbal, südlich folgt die finstere Masse des Imbabura, den die Indianer die Fischmutter nennen, weiter südlich der schwarze Yana-Urcu und der gewaltige Cayambe (17,871 F.) unter dem Aequator und von regelmäßiger Kegelform. Weiterhin steht der Sara Urcu mit zackigen Gipfelcontouren, und der dreigipfelige selten wolkenfreie Antisana (17,956 F.) inselartig am Rande eines kleinen Plateaus und wie eine Festung über die dunkle Vormauer der Cordilleren emporragend. Zwischen Antisana und Cotopaxi erhebt sich der Sincholagua wie eine Mauer, daneben der Schornstein (14,700 F.) des Cotopaxi, der Quilindaña und auf einer Querspalte der regelmäßig gebaute Tunguragua (15,470 F.), dem Chimborazo gegenüber der Altarberg, der vor langen Zeiten zum Theil soll eingestürzt sein, zackig zerrissene Gipfel hat und einen gletschergefüllten Krater von 1 spanischen Meile Umfang umschließt. Den Schluß der Ostreihe bildet der furchtbare Sangai, dessen Schneewasser in Barrancas zum Amazonenstrome geht, und dessen Umgebung an schauerlicher Wildheit ihres Gleichen nicht hat, weshalb ihn spanische Mönche für den Eingang zur Hölle hielten.

„Dieser Vulkan läßt regelmäßig von 10—15 Minuten feurige Schlacken emporfliegen, 700—800 F. hoch, von Dampfexplosionen und pelotonfeuerähnlichem Krachen begleitet. Von Zeit zu Zeit wird er heftiger und tobt mehrere Wochen lang. Die feurige Girandola erreicht dann eine dreifache Höhe und ist von unterirdischem, dumpf krachendem Getöse (Bramidos oder Retumbos) begleitet. Die gewöhnlichen Kratersalven sind nach der Schilderung eines Spaniers mit dem Gliederfeuer eines Bataillons, das Gekrache eines größeren Ausbruches dem Kanonendonner einer Seeschlacht oder eines starken Bombardements zu vergleichen, welches man des Nachts in den Urwäldern, welche die Zuflüsse des Marañon durchrauschen, auf größere Entfernungen hört; bei größeren Ausbrüchen dringt der Schall bis an die Ufer des Stillen Meeres."

Die Tatra. Nach Sydow, Berghaus u. A.

Das 8 Meilen lange und 2—3 Meilen breite Tatragebirge nennt Humboldt eine europäische Merkwürdigkeit. Dies vielfach zerklüftete Gebirge mit seinen kahlen zackigen Kämmen und thurmartigen Bergspitzen, welche man deshalb Spitz oder Thurm nennt, erhebt sich wie eine Alpeninsel aus der Ebene 7—8000 F. hoch empor gleich einer Gebirgsruine der Vorwelt. Nach Galizien zu wird es von niedrigen Vorbergen umwallt, die dann steil in die Ebene abstürzen. Dieser Gebirgsstock, vor Urzeiten vielleicht ein Damm zwischen nördlichen und südlichen Binnenmeeren, steht auf 4 Ebenen; denn im Süden fußt er auf der Zipser und Liptauer Ebene (1700—2000 F.), nach Norden zu auf der Arvaer und Neumarker Ebene. Granitmassen sind durch Alpenkalk durchgebrochen, und kein Gebirge Europa's zeigt eine solche Zerrissenheit, Oede und Felswildniß, denn die Thäler steigen als schmale Schluchten empor zwischen senkrechten Felswänden; von Stufe zu Stufe zieht eine Klippe querüber und scheidet ein Thalbecken ab, in welchem sich das Bergwasser zu einem See ansammelt, der über jenen Querdamm abfließt und als Wasserfall zum nächsten Thalkessel niedersinkt, bis er nach solchen Wasserfällen endlich in die Hochebene gelangt. Man nennt diese Gebirgsseen, welche auf beiden Gebirgsseiten stufenförmig über einander liegen, Meeresaugen. Die hochgelegenen, welche keine Sonne bescheint, tragen das ganze Jahr über eine Eisdecke, wie denn auch in versteckten, tiefen Schluchten der Schnee nicht schmilzt. An beiden Seiten der Eisthaler Spitze vereist ein See sogar und im Bialkathal der Nordseite kennt man einen Gefrornen See.

Thiere weilen nicht gern in diesen Einöden. Gemsen und Murmelthiere hat die sinnlose Jagd und Mordluft der Bergumwohner vertilgt, Birk- und Auerhühner wurden Seltenheit wie der unliebsame Bär, und noch seltner sieht man einen Steinadler oder Lämmergeier. Dagegen umgrünt eine üppige Vegetation die Berghänge. Die unteren Strecken nehmen dichte Kiefern- und Fichtenwaldungen ein, in welche sich auch wohl ein strauchartiger Vogelbeerbaum, oder eine gekrümmte Saalweide verirrt. Weiter oben wuchert Krüppelholz, in sonnigeren Thälern wiegt zuweilen der schneeweiße Stamm einer Birke seine hell-

grüne Blätterkrone im Bergwinde und schaut hinab auf die Gruppen von Eichen, Buchen, Espen, Erlen, Eschen und Bergahorn, die wie Inseln aus dem Nadelwald auftauchen. Auf unersteigliche Felsen klettert die Arve bis in die Schneeregion, dringt hinab ins Kohlbacher und Mengsdorfer Thal und umsäumt das linke Ufer des Poppersees, während die gewaltige Lärche massenhaft die unteren und mittleren Höhen der Tatra bedeckt. Weiter oben überzieht das dicht verschlungene Gestrüpp des Krummholzes die Hänge, und dazwischen entfaltet auf Rasenflecken eine reiche Alpenflora ihre Blumenpracht von weißen Schneeglöckchen. Himmelblaue Sternblumen überziehn trockne Waldwiesen, Himbeergebüsche überwuchern Klippen und Felsblöcke, Weidenrosen mit honigreichen Blüthen färben ganze Strecken rosenroth, gewähren unter ihren dichtverschlungenen Zweigen Rehen und Hirschen eine Zuflucht und locken Bienen an.

Die Karpathen, einen großen Halbbogen von Preßburg bis um Siebenbürgen schlagend, bilden keine Völker-, wohl aber eine Wasserscheide. Ihre südlichen Ausstrahlungen bergen Gold, Silber, Kupfer und Eisen in Menge, die nördlichen Abdachungen große Salzsteinlager, und überall sprudeln mineralische Quellen aller Art hervor, von denen nur wenige benutzt werden, woran Unwegsamkeit und Kulturlosigkeit der Bevölkerung die Schuld tragen. Am Fuße der Gebirge aber ziehen sich endlose Weingebirge hin von Preßburg bis Orsova. Da wo warme Südwinde in die Thäler eindringen, kalte Nordwinde aber vom Gebirge abgehalten werden, in dem kleinen Hügelland der Hedjalja, reift der kostbare Tokaier an den Ufern der Theiß. Auch an Tropfsteinhöhlen, Opal- und Bergkrystallgruben fehlt es in diesem reichgesegneten Gebirge nicht; es bedarf nur der intelligenten Hand einer arbeitsamen Bevölkerung.

Vier Flußthäler umspinnen die Tatra: im Westen die Arva, im Süden die Waag, im Osten die Popper oder Poprad, welche das Gebirge durchbricht, und der Dunajetz, der dem Nordabhange entfließt, der Popper und mit ihr der Weichsel zueilt. Parallel mit der Tatra zieht die Fatra von Osten, wo man ihr Ende Königsberg (Kralowa hola) nennt, nach Westen. Eine wiesenreiche Hochfläche, der Hochwald, trennt Waag und Popper, deren Quellen eine Bodenanschwellung von 2—300 F. trennt und

also die Zuflüsse des Schwarzen Meeres und der Ostsee oder der Donau und Weichsel scheidet. Eine andre tiefe Einsenkung führt wie ein Kanal den Bodrog zum Hernad, der in die Theiß geht und die Zips mit der unterungarischen Ebene verbindet.

Die Thäler der Tatra sind Schluchten und Felsspalten, in denen von Strecke zu Strecke kleine Seen übereinander liegen, so daß eigentliche Thäler fehlen, und die Berge ragen als säulenartige Spitzen und ruinenartige Thürme empor, an deren Hängen Schnee selten haftet, sich aber eine spanische und italienische Flora mit einer lappländischen zusammen findet. Das Gebirge selbst theilt sich in zwei Hälften. Die Zipser Ellipse von 4 Meilen Länge reicht vom Krivan bis zur Lomnitzer Spitze, hat schmale, dachfirstähnliche Kämme, thurmartige und steilwandige Berge und pflanzenlose Einöden. Die Liptauer Alpen dagegen (4 Meilen lang und 2—3 Meilen breit) tragen den Charakter der Voralpen und erheben ihre abgerundeten Kuppen mit Wald und Kräutermassen höchstens bis 7000 F. Das Längenthal der Waag, die Liptau, theilt sich von Hradek in eine warme westliche und kalte östliche Hälfte, jene erzeugt Weizen und Roggen, diese Hafer und Flachs, am Walde hin aber dehnen sich große Wiesen- und Weideflächen aus. Im engen schluchtartigen Thale windet sich die Waag durch diese 1400—2000 F. hohe Thalsenkung mit heftigem Fall, und von St. Nikolaus (Sent Miklosch) aus kann man 3 Meilen lang und 2 Meilen breit das Thal übersehen mit seinen Wiesen und Getreidefeldern, den Dächern und Thürmen slovakischer Dörfer. Im Süden umranden die Parallelzüge der Fatra das Thal, im Norden umkreist es die steilabfallende Tatra, die vom Krivan ab mit ihren flachgewölbten Granitrücken und 6000—6500 F. hohen Felshörnern bis zum Rahaz bei Nikolaus reicht, dann bis 4000 F. sinkt und domartige Kuppen Dolomits bildet. Hoch im Gebirge, 4290 F. hoch, liegt der Tschorbasee (Csorba), der in Treppenfällen niederstürzt, und wo sich der Krivan erhebt mit 2—3000 F. hohen senkrechten Felswänden, dessen 7884 F. hoher Gipfel ein Dreieck mit 3—4000 F. senkrecht abstürzenden Wänden bildet. Man blickt tief hinab in den Kessel des Tarjansthals und sieht aus dem wilden Koprowathal in Kaskaden die Biela abfließen aus den Seiten der graulich-weiß und rosenroth schillernden Granitwände des Krivan.

Ueberaus lieblich ist das Popradthal (4 Meilen lang und 1 Meile breit), dessen fruchtbaren Boden Gebirgsbäche in Abschnitte zerlegen. Wohlhabende Städte und Dörfer deutscher Bauart, deren schlanke Kirchthürme mit ihren Blechdächern im Sonnenscheine glänzen, bedecken den Thalboden, den im Süden der 6000 F. hohe Königsberg, im Norden die nadelwalddunkle Tatra mit ihren Hörnern und mauerartigen Gräten begrenzen. Hier ragt die Gerlsdorfer Spitze 8374 F. hoch empor, dort die Schlagendorfer Spitze mit ihrer langgedehnten, scharf gezahnten Scharte (7769 F.), der kühn aufstrebende Mittelgrat (7680 F.), die Lomnitzer (8330) und Kesmarker (8036) Spitze. Unmittelbar vor Poprad oder Deutschendorf liegt das Bad Teplitz, am andern Bergabhange Bad Gansdorf und über Schlagendorf hinaus das hochromantische Bad Schmecks in einer Thalmulde unter der Königsnase und Schlagendorfer Spitze, und eine wunderbar schöne Aussicht gewährend und prachtvolle Gebirgspartien oder Gänge in den aromatisch duftenden Nadelwald oder zu den Meeresaugen. In der Nähe befindet sich das Kohlbachthal, ein Muster aller Tatrathäler. Die unterste Thalstufe, eine steile Wand, erhebt sich in Absätzen zu den oberen Stufen. Ueber eine der unteren Stufen stürzt sich der kleine Kohlbach 140 F. hoch tobend und schäumend in eine tiefe Schlucht. Eine Stunde lang zieht sich die öde Thalebene der oberen Stufe hinauf zwischen Schutthalden am Fuß der senkrechten Wand der Lomnitzer Spitze, und über eine 1000 F. hohe senkrechte Granitwand stürzt als Abfluß der 5 Seen der kleine Kohlbach in zwei silberweißen Streifen herab. Hinter dieser Wand erhebt sich die Eisthaler Spitze mit ihren dunkeln Schluchten, und oben am Granitstock des Feuersteins kann man in die Schlucht des Baches sehn, die mit Felsblöcken bedeckt ist, und deren Spalten Krummholz überdeckt. Man übersieht ein eirundes Kesselthal zwischen wild zerrissenen Felswänden, welches durch Querriffe in Stufen abgetheilt ist, so daß 5 Wasserbecken entstehen. Das Thal beginnt als enger Felsenkessel mit mehreren niedrigen Seenstufen, dann folgt zwischen 5—6000 F. die obere Thalstufe als mauerartige Wand von 500—1000 F. Höhe, auf welche das Knieholz und das mittlere Thal folgt mit den großen Seen, wogegen die untere Thalstufe als trümmer- und schuttbedeckter Damm in den

unteren Thalabschnitt einführt. Alle diese Thäler sind kurz, steil und wild.

Der (polnische) Nordabhang trägt einen andern Charakter, weil die untere Thalregion fehlt und es nur eine mittlere Waldregion giebt mit langgezogenen Waldrücken von 4000 F. Höhe hinter einander, einem Gewirr von Thälern, aus denen unvermittelt 8000 F. hoch Felsmassen mauerartig aufsteigen. Auch hier fehlt es nicht an romantischen Seen (Fischsee und die 5 polnischen Seen). Zwischen senkrechten Felswänden von 3000 F. liegt der schwarze See (5000 F.), 400 F. tiefer der Fischsee, aus welchem in Kaskaden der Bialkabach abfließt. Von den polnischen Seen steht der oberste 5000 F. hoch, und ist stets gefroren. Schauerlich öde und düster ist seine Umgebung und nur auf allen Vieren kriechend kann man zu ihm gelangen und von ihm aus den schauerlichen Thalkessel mit seinen Wasserstürzen und Felswänden übersehen.

Die Schneeregion der Alpen (nach Tschudi).

Da man über diese Einsamkeiten der Hochalpen, welche nur mitunter ein wißbegieriger Naturforscher unter Lebensgefahr besucht, irrige und unklare Vorstellungen hat, so fügen wir deren Beschreibung bei, wie sie der alpenkundige Tschudi in seinem klassischen „Thierleben der Alpenwelt“ gegeben hat.

„Ein unbekanntes Land, ein Land voll zauberischer Wunder und märchenhafter Pracht, schimmert über den letzten grünen Bergstufen, über den letzten breiten grauen Felsgallerien. Gleichgiltig schaut der Bewohner der Ebene auf die schimmernden Gehänge und blanken Teppichketten der Gebirgszüge hin, wenn sie im Mondlicht sich abzeichnen am Schwarzblau des Nachthimmels oder im Morgenroth aufstrahlen, wie wenn die weißen Felsenmauern in Blut getaucht wären, und der Morgen sie mit Gold übergießt. Er bedenkt nicht, daß diese scheinbar leb- und geschichtslosen Reviere, die außer und über der Welt stehend nur mit den Gestirnen des Himmels und den fliegenden Wolken zu verkehren scheinen, ihre Wandelungen und ihre Geschichte gehabt haben.“

Die Hauptmasse der Hochalpen liegt im Zuge der Centralalpen, vom Gotthard aus betrachtet in der doppelarmigen Kette des Rhonethales, d. h. in der Finsteraarhorngruppe der Berner Alpen und der Monterosagruppe mit schneebedeckten Gipfeln von mehr als 10,000 F. Höhe. Viele einsame Riesen dieser unzugänglichen Felsenlabyrinthe des Finsteraarhorns haben nicht einmal einen Namen. Drüber hinaus erhebt sich der aus Gneis und adrigem Granit bestehende Monterosastock (14,128 F.), im Westen das Matterhorn (13,854 F.), auf dessen Passe (10,416 F.) die höchste Schanze Europas steht, die Theodulschanze mit 10 F. hohen Mauern und Schießscharten, um die Schweizerfreiheit zu vertheidigen gegen Feinde von Wallis her. Dort steigen zwischen Eismeeren die Gipfel der Finsteraarhorngruppe über 12,000 F. hoch empor, die Berninagruppe im Osten über 13,000 F. u. s. w.

In der Regel ist die höchste Kuppe dieser Bergriesen sehr steil und schwer zu ersteigen. Die der Jungfrau läuft in einen schmalen Grat zu, dessen Gipfelfläche ein Dreieck von 2 F. Länge und $1\frac{1}{2}$ F. Breite bildet und mit hartem, grobkörnigem Schnee bedeckt ist. Der scharf zugehende Kamm, von der Form eines auf beiden Seiten vertical zugeschnittenen Kegels, der zu ihr führt, hat eine Breite von nur 6—10 Zoll und dazu noch eine Neigung von 60—70 Grad auf eine Länge von etwa 20 F. Ganz ähnlich ist der Berninagipfel geformt. Ein haarscharfer Grat, der aber begletschert ist, führt zu ihm empor; doch konnte Coaz eine 4 F. hohe Steinpyramide erbauen zum Andenken an seine Besteigung. Der Finsteraarhorngipfel steigt aus einer weiten Gletscherwelt in vier Gräten steil auf und gipfelt oben in einer spitzen Pyramide, die östlich in einer 5400 F. hohen, senkrechten, schneelosen Felsenwand nach dem Finsteraarhorngletscher abfällt. Die oberste Spitze besteht aus ungeordneten Massen von Hornblendegestein, Syenit, verwitterten Gneis- und Glimmerschichten, die mit Flechten überzogen sind. Die Tödispitze bildet eine sanft zugeformte Kuppelfläche, und der Monterosa ist nie erstiegen in seiner Hauptspitze, die 270 F. über die ersteigbare Nebenspitze aufragt.

Die Hochgipfel sind die Region des ewigen Winters mit seltenen und spärlichen Frühlingsahnungen, eine Welt voll Ernst, Schrecken und Wunder, mit kolossalen Naturwundern und unend-

lichen Labyrinthen; nirgends ein Raum, wo der Mensch oder organisches Leben eine bleibende Stätte fänden, mit Ausnahme eines Hospizes. Denn die höchsten Sennhütten stehn 6500 bis 7200 F. hoch, einige Schafhütten am Monterosa 8100 F. hoch. Das Terrain der Schneeregion wird durch zerrissene Berggestelle oder mehr oder minder steil sich giebelnde Bergkämme und abschüssige Mittelarme formirt, zwischen denen sich hier und da enge, grauenvolle Eis- und Trümmerthäler einbuchten. Hochebenen giebt es nicht, dagegen Eiskessel, schmale Schneegruben und enge Firnschluchten. Das Schneerevier, vom Montblanc bis zum Orteles reichend, gewinnt in den drei höchstgipfeligen Gruppen des Monterosa, Finsteraarhorn und Bernina eine ansehnliche Breite, läuft aber sonst auf schmalen Bergketten fort, die in ihrer Verzweigung größere, zerrissene Hochflächen umschließen. Es ist eine stark geneigte Region mit zahllosen Felsenspitzen, die manchmal nackt und sonderbar mit senkrechter Zuspitzung 2—5000 F. hoch aus der Schneefläche aufragen, mit gewaltigen Grund- und Knotenstöcken und schmäleren oder breiteren Verbindungsarmen, die sich nicht selten fächerartig verbreiten. Dieses Land über den Wolken besteht aus schwarzen, braunen nnd grauen unbelebten Felswänden, aus öden Hochthälern voll Trümmer und Eis, aus Gletschermeeren mit jähem Absturz, aus strahlenden Schneekuppen, nackten Felsblöcken und Geröllplätzen, — eine todte, kalte, starre Welt. Von 7000 F. an findet man häufig vereinzelte Schneemulden, die in schattiger Lage nie ganz abschmelzen, bei 8000 F. erscheinen große zusammenhängende Eis- und Schneefelder, bei 9000 F. ist bereits die ganze Region von ihnen erfüllt, obschon steile Gräte und Firste immer noch einige kühle Sommerwochen haben. Ueber 10,000 F. sind mit Ausnahme senkrechter Felswände schnee- und eisfreie Stellen eine große Seltenheit, und nur bei günstiger Lage vermögen sich im Sommer einige Stellen für wenige Tage oder Wochen schneefrei zu erhalten.

Von der unteren Schneeregion an beginnt eine ganze Reihe des Zerfalls, der Zertrümmerung des Gebirgskernes, der sich durch die Alpenregion fortsetzt und erst da aufhört in der Bergregion, wo eine dicke Humusschicht gegen die zerstörenden Einflüsse schützt. Wir ahnen diese Vernichtung des Alpengebäudes meistens nicht. Wir sehen zwar die Alpenbäche durch trümmer-

reiche Betten sich drängen, sehen der Runsen endlose Schuttmassen ins Thal schleudern, die Grundlawinen Erde und Gesteine ins Thal niederführen, wir hören von Schlipfen, Bergstürzen und großen, verwüstenden Bergbrüchen, sehen den ganzen Frühling und Sommer über von den schroffen Mauern der Hochgebirgswände einzelne Steine abspringen, oft mit so lautem und oft wiederholtem Knallen wie das Rottenfeuer einer Compagnie, wir hören alljährlich von der Verschüttung der oberen Weiden, wandern staunend über die ungeheuren Karrenfelder, halten aber dies Alles für vereinzelte, vorübergehende Erscheinungen, nicht für eine fortschreitende Zertrümmerung des großen Gebirgsgürtels der ewigen Berge. Denn der Mensch meint eben, die Berge sind das Unveränderliche, nur Wind und Wetter wechseln, sonst bleibt Alles beim Alten. Das Volk sagt daher: die alten Berge, weil sie allerdings älter sind als Dorf und Stadt.

Das Wasser ist die Grundkraft dieser steten Revolution. Im Herbste sättigen Nebel, Wolken, Regen und Schnee alle Poren des Gesteins mit Feuchtigkeit, die den feinsten Brüchen und Adern nachdringt, durch Spalten, zwischen Lagerschichten bis ins Innere des massiven Bergstockes durchsickert, bis sie mit überall gefüllten feinen Wassergängen auf undurchdringlicher Unterlage stehen bleibt. Der Winter verwandelt alle diese strotzenden Adern in Eisgänge, die sich mit wachsender, unwiderstehlicher Gewalt ausdehnen und wie Keile und Hebel das Gestein auseinander treiben. Die Frühlingswärme löst nach und nach alle diese Myriaden von Sperrkeilen, das Gestein ist aber bis tief hinein minirt, angebohrt, auseinander getrieben. Alsbald beginnt der Prozeß von neuem; wässerige Niederschläge füllen die Kanäle abermals; sie dringen mit jedem Male tiefer hinein, der Frost arbeitet mit größerer Kraft im erweiterten Raume, und was hinlänglich gelöst und zerfressen ist, stürzt in das Thal. Ebenso arbeitet das Wasser in der Form von Schnee, besonders aber von Gletschern, kräftig an der Gebirgszerstörung, indem diese ihre Bergsohle wie ihre Felsenufer abschleifen, aussägen und unterwühlen.

In dieser öden Schnee- und Eisregion siedelt sich ein wunderbares, mikroskopisch kleines organisches Leben an, der rothe Schnee. Oft fällt bei starkem Südwinde eine röthliche, zimmt-

braune, staubartige Masse, in welcher Ehrenberg nur anorganische Stoffe erkannte, die vielleicht mit vulkanischer Asche gemischt sind, und deren Heimath Dove in Centralamerika sucht, von wo sie mit starken Passatwinden nach den Alpen geführt werden, obschon sie in ihrer Gesammtmasse mehrere tausend Centner wiegen. Etwas Andres ist der rothe Schnee auf hohen Firnen, welche er zuweilen streckenweise rosenroth färbt, und welcher unter Fußtritten blutroth wird. Man hielt ihn anfangs für Flechtensamen, aber genauere Untersuchungen erkannten in ihm Thierchen, die sich einige Linien unter dem Firnschnee, auf Gletschereis und in frischgefallenem Schnee entwickeln und Firnfelder stundenweit röthlich färben. Mehrtägiger Sonnenschein entwickelt sie schnell, trübes Nebelwetter tödtet sie oder hält sie zurück. Es giebt verschiedene Arten solcher Thierchen da, wo kein Leben gedeihen will. Es erscheint eine Linie unter der Firnoberfläche ein kaum erkennbares, feines, rothes Stämmchen, das sich zwischen zwei Firnkörnchen einsenkt, nach oben aber einfach verzweigt und dem Firn eine äußerst lebhafte, hochrothe Farbe mittheilt, die später ins Bräunliche übergeht, und, wenn der Organismus vermodert, die schwarze Farbe der Dammerde annimmt. Das Geschöpf verwest in kurzer Zeit und zerfließt bei der Ablösung, läßt sich aber trocken Jahre lang aufbewahren und im Schneewasser beliebig wieder beleben. Ehrenberg, Schuttleworth und Agassiz unterschieden Pflanzen und Infusorien. Andre Thierchen fand Hugi auf Gletschern, unter neu gefallenem Schnee als handgroße hochgelbe Gebilde, die bei der leisesten Berührung in gelbes Wasser zerfließen. Ein andres Thier lebt in den Haarspalten der Gletscher in verschiedenen Arten, die man zu der Kerfenfamilie der Springschwänze rechnet. So nahe grenzen Tod und Leben aneinander. In den Tiefen des Meeres und auf den Firngipfeln der Alpen beginnt das Urleben der Pflanzen und Thiere!

Das Hochgebirge ruht unter einer Eis- und Schneedecke, die nach unten zu vielfach zerrissen und ausgezackt ist, darüber erheben sich für vegetatives Leben einige Oasen und Felswände, die nach oben zu abnehmen und zu senkrechten Steinmauern oder jäh abstürzenden Terrassen werden. Hier aber giebt es kein Morgen- und Abendroth. Die Nacht bricht unmittelbar nach

Sonnenuntergang und ohne vorhergehende Dämmerung herein und ist sehr dunkel; ebenso plötzlich wird es Tag. Saussure bemerkte, daß auf dem Montblanc selbst am hellsten Tage ein gewisses magisches Dunkel herrsche und die Sonne matt, kraftlos und mondlichtartig scheine, weshalb denn auch die Fernsicht beschränkt ist. Schon bei 10,000 F. bemerkt man ein Dunkelwerden und Sichverengen des Gesichtskreises, der in lasurfarbenen, grünen und schwärzlichen Tinten verschwimmt und oft dünne Nebelmassen auf dem Lande zeigt, die tiefer unten unsichtbar sind. Dagegen treten alle Umrisse bei hellem Mondlichte viel deutlicher als bei hellem Sonnenscheine hervor, und in solchen Nächten sieht man viel weiter und klarer. Dabei hört man in diesen Höhen das sogenannte Guren, ein furchtbares Tosen und Stürmen in irgend einem kleinen Locale, bald in einem Firnthale, bald auf einem Gletscher. Es ist von kleinen Niederschlägen begleitet und tobt in wenigen Stunden aus, während die Luft ringsum ganz ruhig ist.

Die Höhen haben böse Wetter, schneidende gewaltige Stürme mit donnerndem Krachen ringsum. Niederschläge sind selten, den wenigen Schnee zehrt die trockne Luft auf und sinkt als schwerer Dunst in tiefere Zonen. Oft stehn die Hochfirste tagelang in Sonnenschein, während von der Alpenregion an alles Land in Regen, Schnee oder Nebel liegt. Hier oben ist Alles unveränderlich, wechsellos. Im Winter steigt aber die Kälte selten über 18—20° R., auf freien Geländen steht sie am Tage einige Grad über, des Nachts unter Null, und die mittlere Jahrestemperatur beträgt 6° C. bei 8—10,000 F. Höhe, die mittlere Sommertemperatur + 2—5° C. oder 2—7° C., im Sonnenschein steigt die Wärme auf + 6—10° C.

Nach Anfang August werden die Gelände und Kuppen schneefrei, und das Pflanzen- und Thierleben beeilt sich, ruckweise seinen Kreislauf zu vollenden. Dazwischen brechen freilich Schneegestöber, Hagelwetter, kalte Nebel und schneidender Frost herein, aber die Pflanzen sind zählebig und bringen sich endlich doch durch. Es bietet ein wundersames Bild, wenn wir so einen saftgrünen Graszug am sonnigen Berggehänge mit niedrigem Gewächs, aber feurig glühenden Blüthenrasen sich hinziehen sehn. Ueber ihm himmelhohe kahle Felsen mit schmalen Schneeblättern, unter ihm

tiefe Schluchten und Trümmerwüsten; auf der einen Seite endlose Firnfelder bis zu den höchsten Giebeln hinan, auf der andern bläulich strahlende, viele hundert Fuß mächtige Eismeere voll Schutt und Blöcke bis tief ins Hochthal hinab. Der Schnee bedeckt ihn, der Fels schüttet sein thaugelöstes Getrümm auf ihn herab, der Firn sendet Schneestöße und Schmelzbäche über ihn, der Gletscher donnert in mächtigem Spaltenwurf ihm drohend zu, des Himmels Hochgewitter stehn flammend und brausend über ihm, die Todesgewalten der Luft arbeiten Hand in Hand mit den zerstörenden Kräften der Erde; aber treu und fest, hoffend und vertrauend arbeitet sich mit stiller Kraft das Leben empor, wie ein zerdrücktes Menschenherz aus allem Elende das Auge Gottes sucht. Ein bis zwei Monate geht es. Der August wird auf dieser Oase zum Frühling und Sommer. Oft schmilzt der Schnee in 4—5 Jahren nicht; dennoch belebt sich auch dann der Rasen wieder, in wenigen sonnigen Tagen grünt und blüht es aus dem fahlen Rasen heraus. Die Frühlingsinsecten umsummen die eben erschlossenen Blüthenkelche, Falter wiegen sich behaglich im Sonnenschein, Spinnen und Läuse, Käfer und Milben, Aufgußthierchen, vielleicht ein wanderndes Mäuschen, ein schöner Steinbock, eine leichtfüßige Gemse durchwandern die junge Vegetation. Das Sichnähren, das Rauben, Kriegen, Sterben, Lieben, Kämpfen und Fliehen beginnt in der kleinen Thierwelt und vollendet seinen Kreislauf in verjüngtem Maßstabe.

Ueberall haften am Gestein, selbst an den höchsten Gipfeln, Flechtenarten, und sei es nur auf zollgroßem Raume, etwas tiefer Moose und Lebermoose, welche bald schöne Verkleidungen von Felsenritzen, bald große Polster in Schneethälchen und an Schneebächlein bilden. Ebenso hoch gehn Blüthenpflanzen, Steinbrech, Hungerblümchen, Gletscherranunkeln, die brennendrothen Rasen des stengellosen Leimkrautes, die dunkelblauen Gentianen, im Ganzen 105 Arten und gar zollhohe Weiden; auch wohl Heidel- und Preißelbeeren, Alpenrosen, weit duftende Aurikeln, Alpenastern, rothglühende Berghauswurz. Wo nur ein schneefreies Plätzchen ist, da siedelt das Pflanzenleben sich an; überzieht rasch jeden Geröllplatz rasenartig, und hoch oben heftet sich die Flechte an den feuchten Stein, bleibt 10 Monate in Todeserstarrung befangen, regt sich aber alle Jahre wieder zu dem kurzwöchigen Leben.

Nicht so hoch steigt das Thierleben an den Alpen empor, denn selbst dem Menschen wird der Aufenthalt in Höhen über 12,000 F. beschwerlich, und Agassiz konnte nur kurze Zeit in seiner Hütte wohnen, welche 10,000 F. hoch lag, und von welcher aus er Gletscher beobachtete. Die Städte der Anden liegen oft noch 13,000 F., wo bei uns kaum noch ein Insect fortkommt. Die Schneeregion zählt 32 Thierarten, nämlich 18 Insecten, 13 Spinnen und 1 Schnecke, welche sich auf Höhen von 9—10,000 F. finden. Ja einige Spinnenarten erscheinen nie unter 7000 F., sind also an den Schnee gebunden. In Gesellschaft der Zimmermannsspinne hausen in kleinen Gruppen unter den Steinen die kaum über eine Linie lange, hübsch ziegerrothe Schneemilbe mit langen, fadendünnen, blaßgelben Beinen und drei sehr kleine schwarzbraune Erdspinnen mit starkbehaarten Beinen. Sie zeigen sich sogleich nach dem Wegschmelzen des Schnees und machen dann auf die noch winterschlaftrunkenen Thierchen Jagd. Auf dem Finsteraarhorn bemerkte Hugi eine Schneemaus, mitten im Firn eine rothbauchige Eidechse, auf dem Monterosa sah Zumstein einen Perlmutterschmetterling und einen rothen Falter, welcher über die 14,000 F. hohe Zumsteinspitze flog, während todte Mücken auf dem Schnee lagen. Weiße Falter sah Dürrler auf der 11,100 F. hohen Dödispitze; Gemsentritte erkannte man am Berninagipfel, über der Jungfrau schwebte hoch ein Falke. Hugi fand auf dem Berninagletscher einen ausgetrockneten Schneefinken, Mayer am Finsteraarhorn eine Wespe, in einem Eisschrunde (10,000 F.) eine lebende Maus, 13,000 F. hoch Alpendohlen, 11,000 F. Schneehühner, 12,000 F. Perlmutterschmetterlinge, von denen einer eben seine am Aletschgletscher angeheftete Puppe verließ. Ein Schaar Schmetterlinge umschwebte das Schaarhorn, selbst auf dem Montblanc fand Saussure Schmetterlinge, anderwärts sah man Blaukehlchen, Schneefinken, Alpenflühlerchen, und selbst das Goldhähnchen.

Es ist wunderbar, wie hier Thiere leben und sich fortpflanzen können; sie scheinen aber auch nur stationen- und ruckweise zu leben und sich zu entwickeln. Jedenfalls brauchen diese Thierchen 6—8 Jahre zu ihrer Entwickelung, wozu im Thale 6—8 Monate ausreichen, indem sie 11 Monate lang auf Einer Entwickelungsstufe stehn bleiben, so daß das Jahr für sie nur einen Monat lang ist.

Von diesen 32 Schneethierchen sind nun gar 24 Raubthiere, und die 5 Spinnenarten sogar nächtliche Raubthiere, die also gleich Wölfen und Bären großen Nachtfrost aushalten müssen. Doch erstirbt das Pflanzen- und Thierleben auf dem nördlichen Abhange des Gebirges früher als am Südabhange, gleichen aber auch die Arten den hochnordischen. Fällt ein todtes Insect auf die Firn, so schwillt es an, sinkt etwas ein, und die Firn schließt sich über ihm.

Der Infusorien giebt es sehr viel, der Regenwurm lebt noch in der oberen Schneegrenze, neben ihm Tausendfüßer, Schneemilben, etliche Weberknechtarten, Wolfs-, Zellen- und Krabbenspinnen, ein Bastardskorpion, Zirper und Blattflöhe, unter Steinen die Bücherlaus, Fliegen nur bis 8000 F. Als ständige Thiere beherbergt die Schneeregion ein Dutzend Schmetterlinge von dunkler Farbe, Schlupfwespen, Blattwespen, Felsenhummeln. Dagegen giebt es viel Käfer, namentlich Laufkäfer von sonderbarer Gestalt, die rothbauchige Eidechse und die gemeine Viper. Vögel finden sich bereits zahlreicher. Lämmergeier und Steinadler ziehn sich im Sommer in die einsamsten Gehänge zurück und jagen im Hochgebirge. Dann leben hier gelbschnabelige, rothfüßige Schneekrähen oder Bergdohlen, die mit Geschrei und truppweise die Felsenköpfe umschwärmen, gesellschaftlich in den Spalten steiler Felsen brüten und dem Jäger zu entgehen wissen. Auch einzelne schwarze Steinkrähen mit korallenrothem Schnabel und hellrothen Füßen gesellen sich zu ihnen. An Schneefeldern spaziert das Schneehuhn behaglich umher und sucht nach Käfern und Spinnen; in den Spalten der obersten Felsen nistet der Schneefinke, auch verirren sich hier hinauf der Citronfink, das Steinhuhn, die graue Bachstelze und der Rabe. Dagegen lebt hier ständig die Schneemaus, baut das Murmelthier an grasigen Gehängen seine Sommerwohnung, und Steinböcke suchen in den Schneeeinöden eine Zuflucht, wohin auch verfolgte Gemsen fliehen. Mitunter schleicht auch ein Wiesel oder ein Alpenfuchs nach Beute herauf, noch seltner der Alpenhase. Je mehr man die Berge hinabsteigt, um so reicher wird das Thierleben, namentlich in dem Alpenlande im engeren Sinne, wo es Waldungen, Weideplätze und zahlreiche Schlupfwinkel giebt. Alpenspitzen und Meerestiefen zeigen also die Anfänge oder das Ende des organischen Lebens.

Inhaltsverzeichniß des ersten Bandes.

Druck von Bonde & Dietrich in Altenburg.